



KOSTEUS- JA HOMEVAURIOT

Sisäilman ja kosteudenhallinnan opas Sataeduun

Tommi Mäntynen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2014
Rakentamisen koulutusohjelma
Ylempi - AMK

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto
Rakentamisen koulutusohjelma

MÄNTYENEN, TOMMI:

Kosteus- ja homevauriot
Sisäilman ja kosteudenhallinnan opas Sataeduun

Opinnäytetyö 125 sivua, joista liitteitä 18 sivua
Joulukuu 2014

Kehittämishankkeen tavoitteena oli tuottaa Satakunnan koulutuskuntayhtymän (Sataedu) käyttöön sisäilman ja kosteuden hallinnan opas. Koulutuskuntayhtymän hallinnassa on noin 70 000 m² toimitiloja. Nämä kiinteistöt ovat osin erittäin vanhoja ja toimitiloissa on havaittu sekä kosteusvaurioita että terveyteen liittyviä oireiluita. Sisäilman ja kosteudenhallinnan oppaalle oli siis selkeä tarve.

Materiaalin koostamisen ja tuottamisen taustaselvityksissä kartoitettiin kosteus- ja homevaurioista tehty viimeisimmät tutkimukset ja selvitykset. Tietoa kosteus- ja homevaurioista on melkoisen paljon, mutta sen jakaantuminen selkeästi lääketieteelliseen, taloudelliseen ja rakennustekniseen osaan vaikeuttaa olemassa olevan tiedon yhdistämistä selkeäksi kokonaisuudeksi, jossa lopputuloksena saataisiin tiivistetty tieto terveitä rakennuksia varten.

Kosteusvaurioiden yhteydestä tiettyihin terveyshaittoihin vallitsee selkeä konsensus. Kuitenkin vielä on epäselvää, mitkä toimintamekanismit suhteessa kosteusvauriossa esiintyviin mikrobeihin ja niiden aineenvaihduntatuotteisiin saavat aikaan oireilua ja sairastumisia. Tämän syy-seuraussuhteen selvittäminen onkin yksi tärkeimpiä kosteusvaurioihin liittyviä kysymyksiä.

Sekä uudisrakentamisessa että korjausrakentamisessa tehty virheet on pääosin tiedostettu ja varsinkin korjaustapaohjeita on hyvin saatavilla. Näiden ohjeiden vieminen kenttätason toimintaan ja suunnitteluun on kuitenkin kangerrellut. Kun pelkästään kosteusvaurioiden terveyshaittojen piirissä on vajaa miljoona ihmistä ja terveystkustannukset ovat 0,5 – 1,0 mrd. on ensiarvoisen tärkeää levittää tietoa kosteusvaurioista ja niiden ehkäisemisestä sekä korjauksesta.

Tämän opinnäytetyön tuloksena tuotettu opas on ensimmäinen laatuaan Sataedussa ja tämä versio tulee käytössä luonnollisesti muokkautumaan ja kehittymään riittävien käytökokemuksien myötä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Master's Degree
Construction Engineering

TOMMI MÄNTYNEN:
Moisture and mold damages
Guidebook of indoor air and moisture control for Sataedu
Bachelor's thesis 125 pages, appendices 18 pages
December 2014

This development project's objective was to produce an indoor air and humidity guidebook for Satakunta's education consortium (Sataedu). There are about 70 000m² of business premises and property under the education consortiums control. Some of the premises are very old and it has been noticed that some of the property has moisture damages in it that is causing health related problems. Thus there was a clear need for the guidebook for indoor air and moisture damages control.

In the compiling and producing of the material's background investigation, the recent studies and reports on water and mold damages were looked up. There is a lot of information about moisture and mold damages but the information is clearly divided between medical, economical and structural engineering. This makes it hard to annex the information that is already there, into a clear combination that has an outcome of a healthy building.

There is a clear consensus between moisture damages and certain health problems. However, it is unclear which mechanisms in microbes and their metabolite that appear in moisture damage, cause health problems. It is one of the most important objectives, related to moisture damages, to clarify this causal connection.

The mistakes made in new constructions and renovations are mostly recognized and especially repair guides are very accessible. However, taking these new guides into field level action and planning has been difficult. When only in the area of health problems caused by moisture damages there are almost million people affected and the health costs are 0,5-1,0 billion, it is utmost importance to spread the information about water damages and how to prevent and fix them.

The guide based on this thesis' result is first of its kind in Sataedu and this version will naturally mold in practice and develop when there is enough practical experience.

Key words: Moisture damage, mould, indoor air

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	KOSTEUSVAURIOIDEN ESIINTYMINEN	9
2.1	Kosteusvaurion määritelmä	9
2.2	Kosteusvaurioiden yleisyys rakennuksissa	10
3	KOSTEUSVAURIOITUMISEN AIHEUTTAJAT	13
3.1	Kosteusvaurioitumisen mekanismi	13
3.2	Kosteudenhallinta rakentamisessa	15
3.3	Kosteudenhallinta rakenteissa.....	16
3.3.1	Maanvastaiset betonilattiat ja alapohjarakenteet.....	17
3.3.2	Matalaperustus ja valesokkelirakenne.....	20
3.3.3	Tuulettuvat alapohjat.....	21
3.3.4	Kellarilliset tilat.....	24
3.3.5	Ulkoseinät	27
3.3.6	Märkätilat	32
3.3.7	Vesikatto ja yläpohjat.....	34
3.4	Kosteudenhallinta kiinteistön käytössä ja sen käyttöympäristössä.....	36
3.4.1	Vesi- ja viemärijärjestelmät	37
3.4.2	Ilmanvaihto	39
4	MIKROBIT KOSTEUSVAURIOISSA	44
4.1	Mikä on mikrobi?.....	44
4.2	Homesienet	47
4.2.1	Aspergillus	48
4.2.2	Penicillium	49
4.2.3	Chaetomium- ja Stachybotrysta	50
4.2.4	Puutavaran sienet	50
4.2.5	Sädesienet eli aktinobakteerit.....	51
5	KOSTEUSVAUROIDEN TERVEYSVAIKUTUKSET	53
5.1	Kosteusvaurioiden terveyshaittojen talousvaikutukset.....	53
5.2	Kosteusvaurioiden terveysoireiden tutkimus.....	54
5.3	Kosteusvaurioiden terveyshaitat	56
6	KOSTEUSVAURIOT KOULURAKENNUKSISSA.....	62
6.1	Koulujen kosteusvaurioiden yleisyys	62
6.2	Koulujen kosteusvaurioiden sijainti ja syyt	64
7	KOSTEUSVAURIOIDEN HAVAINNOINTI JA TUTKIMUS	66
7.1	Kosteusvaurioiden tutkimustavat.....	66

7.1.1	Kuntoarvio	67
7.1.2	Kuntotutkimus.....	68
7.1.3	Kartoitus	69
8	RAKENNUSTEN SISÄILMASTOLUOKITUS	71
8.1	Sisäilmastoluokitus ja sen soveltaminen.....	71
8.1.1	Sisäilmaston luokitustasot.....	73
8.1.2	Rakennustöiden puhtausluokat.....	75
8.1.3	Rakennusmateriaalien päästöluokitus	76
9	SISÄILMASTO-ONGELMAN SELVITTÄMINEN	78
9.1	Sisäilmasto-ongelman toimintamallit prosessikuvauksina	78
9.2	Sisäilmasto-ongelman selvittämisen vaiheita	83
9.2.1	Sisäilmasto-ongelman ilmeneminen ja selvitysvaihe.....	83
9.2.2	Sisäilmasto-ongelman syiden tutkimusvaihe	84
9.2.3	Sisäilmasto-ongelman korjauksen suunnittelu- ja toteutusvaihe	86
9.2.4	Viestintä ja tiedotus.....	86
10	SISÄILMAN JA KOSTEUDENHALLINAN OPAS	90
10.1	Tarve sisäilman ja kosteudenhallinnan oppaalle.....	90
10.2	Sisäilman ja kosteudenhallintaopas	93
11	JOHTOPÄÄTÖKSET	94
	LÄHTEET.....	99
	LIITTEET	106
	Liite 1. Sataedun sisäilman ja kosteuden hallinnan opas	106

ERITYISSANASTO

Aktinobakteeri	Bakteeri, jolla on voi muodostaa rihmastoa ja itiöitä. Aktinobakteeria kutsutaan myös sädesieneksi tai aktinomyketiksi ja ne tuottavat maakellarimaisen hajun.
Bakteeri	Bakteerit ovat yksisoluisia ja alkeistumallisia pieneliöitä, jotka lisääntyvät jakaantumalla. Useimmat bakteerit ovat halkaisijaltaan 0,5 – 1 µm ja 1-2 µm pitkiä.
Diffuusio	Molekyylien (vesihöyry) pyrkimys siirtyä korkeammasta pitoisuudesta laimeampaan pitoisuuteen.
Hiiwasieni	Hiiwasienet muodostuvat hiivasoluista, mutta eivät tuota rihmastoa tai itiöitä.
Homesienet	Homesienet ovat mikroskooppisen pientä rihmastoa ja itiöitä tuottavia sieniä.
Mikrobi	Pieneliöitä jotka eivät näy paljain silmin. Mikrobeilla tarkoitetaan home- ja hiiwasieniä sekä bakteereita.
Mikrobikasvusto	Rakennuksen sisäpinnoilla, pintojen alla tai rakenteiden sisällä kasvava home-, hiiva- ja bakteerikasvusto, joka on silminnähtävää tai varmennettu mikrobiologisten analyysien avulla.
RH %	Relative humidity (RH) eli suhteellinen kosteus ilmoittaa prosenttilukuna paljonko kyseisessä ilmassa on kosteutta suhteessa sen kyllätyskosteuteen.

1 JOHDANTO

Satakunnan koulutuskuntayhtymän hallinnoimien toimitilojen määrä on noin 70 000 m². Eri toimipaikkoja on usean kunnan alueella kolmen päätoimipaikan sijaitessa 50 kilometrin päässä toisistaan. Kiinteistöjen keskitetyn hallinnan kannalta toimipaikkojen hajanainen sijainti toisiinsa nähden on ongelmallista ja tekninen isännöinti näin muodoin haasteellista. Koska koulutuskuntayhtymän perustamisesta on vain muutama vuosi, koko kiinteistömassan kuntoa ei ole kyetty kartoittamaan niin, että sen teknisestä kunnosta olisi kattavaa kokonaiskuvaa. Ongelmatapauksia kosteusvaurioiden suhteen tulee ilmi sitä mukaa kun kiinteistöjen historia ja nykytilanne alkaa hahmottua.

Sataedun kiinteistöjen ikä ja kunto eivät eroa juurikaan eroa valtakunnallisesti muiden isojen koulutuksen järjestäjien kiinteistöistä. Kiinteistöissä on samoja sisäilmaan ja kosteudenhallintaan liittyviä ongelmia kuin muillakin vastaavilla toimijoilla. Valtakunnallisten tutkimusten mukaan koulurakennuksista 25 % on kosteusvaurioituneita ja luku on suurempi, kun asiaa on tutkittu henkilökunnalle tehdyissä kyselyissä. Joidenkin tutkimusten mukaan jopa puolet tai sitäkin suurempi määrä rakennuksistamme olisi kosteusvaurioituneita. Näistä aiheutuva korjausvelan määrä arvioitiin vuonna 2013 olevan puolen miljardin luokkaa ja terveyshaittaa aiheutui lähes miljoonalle ihmiselle päivittäin.

Kosteus- ja homevaurioiden sekä sisäilmaongelmien määrä on hälyttävän suuri ja sen kansantaloudellinen merkitys on valtava. Terveystieteiden haastavien vaikutusten kokemista ihmisten henkilökohtaisella tasolla ei voida mitata rahassa.

Sataedun Kankaanpään toimipisteessä tehtiin helmikuussa 2013 työsuojelutarkastus, jonka tarkastuskertomuksessa aluehallintaviraston tarkastaja totesi tiettyjen rakennusten osalta työntekijöillä sisäilmaongelmaan viittaavia oireiluita sekä kosteusvaurioepäilyjä. Aluehallintovirasto edellytti työnantajaa selvittämään jo tehtyjen korjausten onnistumista ja laatimaan tarvittavan ohjeistuksen home- ja kosteusvaurioiden hallitsemiseksi sekä perehdyttää henkilökunnan siihen. Tarkastuksessa edellytettiin myös tehtäväksi mittauksia ja selvitys ongelmarakennusten tilasta. Niinpä Sataedussa päädyttiin tekemään kaikille yhteinen sisäilman ja kosteudenhallintaopas. Se voitaisiin laatia kehitystyönä Tampereen ammattikorkeakoulun rakentamisen ja talotekniikan ylempään AMK-tutkintoon.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää sisäilman ja kosteudenhallinnan opas, joka palvelisi koulutuskuntayhtymän henkilökuntaa seuraamaan sisäilman laatua ja kiinteistöjen kuntoa ja työympäristön olosuhteita.

Alussa käydään läpi kosteusvaurioiden yleisyys ja ne syyt, jotka vaurioon yleensä johtavat. Rakennusvirheiden ja suunnittelun puutteet nousevat erityisesti esille. Yleisimmät vauriot käsitellään rakennusaikakausityyppien mukaan ja rakennusosakohtaisesti. Kosteusvaurioiden terveysvaikutukset ja mikrobit liittyvät kiinteästi toisiinsa. Yleisimpien kosteusvauriomikrobien ohella selvitetään myös miten mikrobit käyttäytyvät kosteusvaurioissa. Kosteusvaurioiden tutkimisen kenttä on melkoisen kirjava ja lopussa käydäänkin läpi erilaisia tutkimusmenetelmiä ja pätevyysvaatimuksia.

Sisäilmasto-ongelman selvittämiseen löytyy useita ohjeita ja malleja sekä prosessikuvauskuksia. Kuitenkin yhä enenevässä määrin uutisoidaan uudehkojen ja uusien rakennusten sisäilmaongelmista ja saneerattujen rakennusten korjaustoimenpiteiden epäonnistumisesta. Sisäilmasto-ongelman prosessia ja toimintatapoja käydään läpi ja keskitytään Työterveyslaitoksen tilaajan ohje sisäilmasto-ongelman selvittämiseen-julkaisun pohjalta muodostamaan kokonaiskuva prosessin eri vaiheista ja painopistealueista.

Opinnäytetyön liitteenä on Sisäilman ja kosteudenhallinnan opas Sataeduun. Oppaassa annetaan yksinkertaisia neuvoja sisäilman laadun parantamiseen sekä ohjeita, miten kiinteistön kuntoa voi tarkkailla kosteusvaurioiden varalta. Oppaassa on myös esitetty toimintakaavio sisäilmaongelman ratkaisuun. Siinä on selkeät etenemisportaat ja vastuutahot esitetty prosessikaavion muodossa.

2 KOSTEUSVAURIOIDEN ESIINTYMINEN

2.1 Kosteusvaurion määritelmä

Yksiselitteistä, lyhyttä ja yleisesti käytössä olevaa määritelmää kosteusvauriolle oli hieman yllättäen vaikea löytää. Se mikä kosteusvaurioksi koetaan ja se, kuinka laajaksi ja merkittäväksi ne koetaan, tuntuu olevan niin monen asian summa ja niin monen arvioitsijan subjektiivinen näkemys, että yhtenäistä määritelmää ja konsensusta ei siitä varmaan saada vielä lähiaikoina. Varsinkin sisäilmaongelman ja kosteus- ja homevaurion yhteys toisiinsa on saanut yleisessä keskustelussa yhtäsuuruusmerkit sanojensa väliin, vaikka näin ei aina ole.

Suomessa on tutkittu koulurakennusten sisäilman laatua jo 1960-luvulla. Tuolloin havaittiin koulujen ilmanvaihdon ja lämmityksen järjestelmien kunnossa sekä käytössä puutteita. Tutkimuksen tuloksena laadittiin toimenpiteitä ja tavoitetasoja havaittujen ongelmien parantamiseksi. Kosteusvaurioiden yhteydessä esiintyvät terveysongelmat nousivat meillä kansanterveydelliseksi ongelmaksi 1990-luvulla. Pelkästään vuonna 1996 terveyshaittojen vuoksi otettiin 88 000 yhteydenottoa terveydensuojeluviranomaisille. 2000-luvun vaihteessa toteutettiin SYTTY tutkimusohjelma, jonka tavoitteena oli tiedon tuottaminen ympäristön ja terveyden välisestä yhteydestä sekä lisätä tietoa sisäilmasta (Holopainen & Reijula 2012, 8; Mansukoski 2013, 19.)

Kuuluisassa ja parjatussakin Wikipediassa, josta on muodostunut ”kansan” yleistietosanakirjasto, kosteusvaurion määritelmä on seuraavanlainen: ”Kosteusvauriolla tarkoitetaan rakennuksen sisäpinnan aluetta tai rakenteen osaa, jossa havaitaan tai voidaan epäillä olevan näkyvää mikrobikasvustoa tai alueella on selviä kosteusjälkiä.” (Wikipedia 2014.) Siinä ei puhuta mitään kosteusvaurion laajuudesta tai merkittävyyydestä, eikä siitä kuinka pitkäaikainen kosteusrasitus on ollut, mutta se antaa kuitenkin jonkinasteisen kuvan kosteuden ja mikrobien sekä ylimääräisen kosteuden yhteydestä.

Rakennusmääräyskokoelman C2 Kosteus, määräykset ja ohjeet 1998 ei määrittele sanaa kosteusvaurio. C2 määrittelee rakennuksen kosteusteknisen toiminnan niin, ettei sisäistä ja ulkoisista kosteuslähteistä peräisin oleva vesihöyry, vesi tai lumi haitallisesti pääse rakenteisiin ja rakennuksen sisätiloihin. Lisäksi rakenteen on päästävä kuivumaan

haittaa aiheuttamatta (RakMK C2, 3). Myöskään Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, RYL-kokoelmasta ei kosteusvaurion määritelmää löydy, vaikka se sanana niissä esiintyykin. Sosiaali- ja terveysministeriön ohjeissa kosteusvaurio määritellään kosteuden aiheuttamaksi vaurioiksi rakenteissa. (STM 2010, 5).

Eduskunnan tarkastusvaliokunnan asettama home- ja kosteusongelmien työryhmä lähtee siitä ajatuksesta, että on tehtävä ero tuoreen lyhytaikaisen kosteusvaurion ja kosteus- ja homevaurion välillä, joka on seurausta rakenteen kuivumattomuudesta. Se määrittelee yleisesti kosteusvaurion rakenteiden kastumiseksi niin, että niiden kuivuminen ajallaan ei ole mahdollistu. Tarkastusvaliokunnan työryhmä päätyykin lainaamaan suoraan RIL 250-2011 julkaisua ja antaa käyttöön seuraavat RIL:n määritelmät. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 61–62.) ja (RIL 2011, 223.):

- Kosteusvaurio tarkoittaa liiallisesta tai pitkäaikaisesta kosteudesta aiheutuvaa materiaalin tai rakenteen kosteussietokyvyn ylittymistä tai ominaisuuksien muuttumista siten, että rakenne tai rakenteen osa tulee korjata tai vaihtaa.
- Kosteusongelma on kosteuden esiintymisestä tai kosteusvauriosta syntynyt ongelma, joka voi aiheuttaa esim. homeongelman tai muun haitan.
- Homeongelma on homeen esiintymisestä syntyvä ongelma, esim. homeen vaikutuksesta syntyy terveydellisiä oireita tai muuta haittaa.
- Mikrobivaurio tarkoittaa bakteerien, homeiden, hiivojen ja lahottajien ymv. haitallista esiintymistä rakennuksessa. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 61–62.)

2.2 Kosteusvaurioiden yleisyys rakennuksissa

Eduskunnan tarkastusvaliokunnan asettama home- ja kosteusongelmien työryhmä on summannut kosteusvaurioiden esiintyvyyttä rakennustyypeittäin. Tiettyjen rakennustyyppien kohdalla vaurioiden yleisyydessä on melkoinen vaihteluväli johtuen käytettyjen aineistojen, menetelmien ja määritelmien erosta. Suurimmat erot vaurioiden yleisyydessä ovat päiväkotien ja koulurakennusten kohdalla. Tilojen käyttäjien raportoimia

löydöksiä ei kuitenkaan voida pitää yhtä luotettavina kuin ammattilaisten tekemiä ja tämä tuleekin muistaa kun tarkastellaan kosteusvaurioiden esiintymisen yleisyyttä rakennuksissa. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 67–69.)

Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisun mukaan asuinrakennuksissa esiintyi 55–82 % kosteusvaurioita (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 64.) Juhani Pirisen väitöskirjassa tutkittiin 492 pientaloa ja lopputulos oli melkoisen hälyttävä; 71 % kohteista oli mikrobivaurioituneita (Pirinen 2006, 82.) Vielä surullisempaan lukemaan päätyi Partanen ym. 1995, jolloin he tutkivat 450 pientalokohdetta ja päätyivät johtotulokseen, että 82 %:ssa tutkituista kohteista oli joko olemassa oleva tai korjattu kosteusvaurio. (Partanen 1995, 30.)

Sairaalakiinteistöjä on vuonna 2005 tutkinut professori Kari Reijula. Hänen sosiaali- ja terveysministeriölle tekemässään selvityksessä lähetettiin kysely 20 sairaanhoitopiiriin ja valittiin niistä kymmenen tarkempiin jatkotutkimuksiin. Tarkastelussa mukana olevien kymmenen sairaalan ilmoitettu kokonaisbruttopinta-ala edusti 49 % Suomen keskussairaaloiden kokonaisbruttopinta-alasta. Lopputuloksena oli, että kymmenen sairaanhoitopiirin sairaalarakennusten työskentelytilojen pohjapinta-alasta 15 % edellytti välitöntä korjausta ja 22 % vaati lisäselvityksiä (Reijula 2005, 42.) Koko suomen keskussairaaloiden bruttopinta-ala on noin 1,5 miljoonaa neliometriä (Reijula 2005, 41.) jolloin pelkästään välittömän korjauksen tarpeessa on 125 000 m² työskentelytilaa, mikä taas tarkoittaa yli tuhatta omakotitalon pinta-alaa.

Koulurakennusten kosteusvaurioita on tutkittu vähän ja käytettävissä oleva tutkimustieto on Suomen, Alankomaiden ja Espanjan koulurakennuksista ja nämäkään eivät keskenään vertailukelpoisia. Suomessa 59 koulurakennukseen tehdyn tutkimuksen perusteella 24 % oli sellaisia, joissa todettiin kosteus- ja homevaurioita. Tutkimustulokset nojaavat rehtoreille tehtyyn kyselyyn ja tarkastuksia tehneiden asiantuntijoiden havaintoihin. Toisaalta eräässä toisessa tutkimuksessa pelkästään rehtoreille tehdyssä kyselyssä 60 % vastanneista ilmoitti koulussa olevan kosteusvaurioita. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 66–68.)

Päiväkodeissa tehdyn kyselytutkimusten mukaan kosteus- ja homevaurioita olisi vain 10 %: ssa päiväkotirakennuksissa. Kysely tehtiin toimitilapäälliköille ja terveystalvonn

edustajille 2010 työsuojelupiirien toimesta. Eduskunnan tarkastusvaliokunnan asettaman home- ja kosteusongelmien työryhmän mukaan kuitenkin luku on 10–50 %, joka onkin lähempänä 1990-luvulla tehtyä tutkimusta, jossa raportoitiin kosteusvauroita yli 50 %:ssa päiväkotirakennuksia. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 66–68.)

Suomen rakennusinsinöörien liiton RIL ry:n mukaan 55 % asuintaloista, 45 % kerrostaloista kärsii kosteusvaurioista. Luvut noudattelevat eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisemia lukuja ollen kuitenkin hieman alakanttiin. Toisaalta koulujen osalta RIL ilmoittaa että 70 % kouluista on kosteusvaurioista ja puoleessa on näkyvää homea. Tämä on selvästi enemmän kuin tarkastusvaliokunnan raportissa. (RIL 2011, 15.)

Lähteestä riippuen voidaan päätellä, että asuinrakennuksistamme lähes 50 % ja toimitilarakennuksistamme 30 % on jollakin tavalla kosteusvaurioitunut. Ääripäät kosteusvaurioituneiden rakennusten osalta olivat 10 % ja 82 %. Tulosten melkoinen hajonta kertoo osaltaan siitä, että yhteistä kriteeristöä ja tutkimustapaa kosteus- ja homevaurioiden sekä sisäilmaongelmien todentamiseen ei vielä ole.

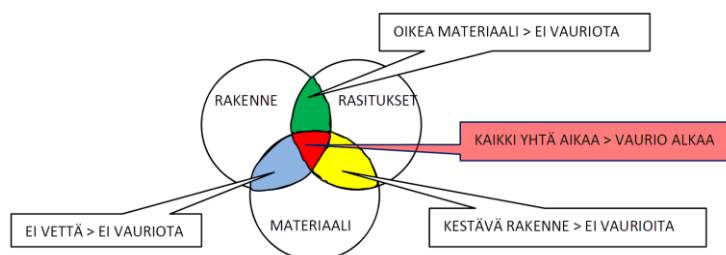
3 KOSTEUSVAURIOITUMISEN AIHEUTTAJAT

3.1 Kosteusvaurioitumisen mekanismi

Kosteusvaurioitumisen käynnistyminen on kerrottu lyhyesti ja selkeästi Ympäristöministeriön oppaassa lauseella ”Rakenne vaurioituu, kun se ei kestä siihen kohdistuvia kosteusrasituksia.” (Ympäristöopas 1998, 45.) Kosteusrasitus saattaa tulla rakennuksen sisältä tai sen ulkopuolelta ja toisinaan voivat molemmat näistä vaikuttaa samanaikaisesti jopa samaan rakenteeseen.

Tampereen Ammattikorkeakoulun korjausrakentamisen ja talonrakennustekniikan lehtori Pekka Väisälä esittää kosteusvaurion eri osatekijät kolmena komponenttina (kuvio 1). Siinä havainnollistuu rakenteen, materiaalin ja niihin kohdistuvien rasitusten vaikutus vaurion syntymiseen sekä yhtä paljon se, miksi sitä ei synny. Kuvan ymmärtäminen kiteytyy Väisälän lauseeseen ”Tässä on kaikki.” (Väisälä 2014), jolla hän tarkoittaa kokonaisuuden ymmärtämistä ja hahmottamista suhteessa siihen vaikuttavaan kolmeen komponenttiin (Väisälä 2014).

Kuvion ymmärtämistä voi selventää seuraavalla esimerkillä. Asuintalon kantavan puurungon alaohjauspuu on alempana kuin sitä ympäröivä maanpinta. Siihen kohdistuu ulkopuolisen maan kosteusrasitus jolloin vaikuttavat kaikki kolme komponenttia: kosteutta vastaanottava orgaaninen materiaali, kosteusrasitus ja rakenne, joka on toteutettu väärin. Sulkemalla näistä kolmesta komponentista yhden pois, esimerkiksi alentamalla ulkopuolisen maanpinnan korkeutta riittävästi (rasitus), ei rakenne vaurioidu. Toisaalta voimme nostaa alaohjauspuun maanpinnan yläpuolella ja bitumoida perustukset (rakenne). Kun siis yksikin komponentti näistä kolmesta suljetaan pois eli ratkaistaan, voidaan estää kosteusvaurioituminen rakenteessa.



Kuvio 1. Kosteusvaurioon vaikuttavien tekijöiden riippuvuussuhteet TTY:n professori Matti Pentin mukaan (Väisälä 2014, luento.)

Kosteusvaurioisiin yleisesti liittyvä mikrobikasvusto tarvitsee elääkseen vettä, lämpöä, happea sekä ravinteita ja otollisia olosuhteita riittävän pitkään. Vesi on mikrobien kasvulle välttämätön, mutta sen ei tarvitse olla vapaassa muodossa, vaan riittävä ilmankosteuskin saattaa riittää homekasvun alkamiseen. Hapen ja ravinteiden saanti eivät myöskään yleensä ole ongelma ja homeet ovat melko vaatimattomia juuri ravinteiden suhteen. Niille riittää energianlähteeksi mm. puu, kipsilevyn pahvi, tapetit ja selluloosapitoiset materiaalit ja jopa huonepöly. Koska lämpötilakaan ei yleensä muodosta ongelmaa kosteusvauriokohteissa, ovatkin edellytykset suotuisalle mikrobikasvulle melko vaatimattomat, kunhan vain kosteutta on riittävästi (Leivo 1998, 48.)

Kosteus ja lämpötila yhdessä ovat ratkaisevassa roolissa home- ja mikrobivaurion syntymiseen, koska muut olosuhteet ovat kuin luonnostaan jo olemassa. Kosteuden muutokset ajan funktiona muuttavat myös kosteusvauriokohteen mikrobilajistoa ja tällöin puhutaan mikrobisukcessiosta. Se tarkoittaa mikrobilajiston kehittymistä ja muuttumista, kun olosuhteet kosteusvauriokohteessa muuttuvat. Alkuperäinen lajisto alkaa muuttaa ympäristönsä olosuhteita ja täten rajoittaa myös omaa kasvuaan ja tilalle tulee uusia populaatioita, jotka jälleen muovaavat ympäristöään uudeksi. Edellisen lajisto mikrobeita voikin tehdä suotuisat olosuhteet seuraavalle populaatiolle, joka ottaa vallan syrjäyttäen edellisen populaation (Nikama 2008, 19.)

Mikrobisuksessiosta johtuen kosteusvaurioissa puhutaan primääri, sekundääri ja tertiäärivaiheen mikrobeista. Kohteessa olevalla suknessiovaiheella ja vaurioin syntyvällä on merkitystä mitä lajeja ja kuinka suurena populaationa siinä havaitaan. Sukkestiotyyppin kannalta on myös merkitystä sillä, onko vauriossa kysymys kuivuvasta vai kostuvasta rakenteesta vai kertakastumisesta esim. laitevuodon yhteydessä. Kun rakenteen tai sen pinnan kosteusliä ylittää sen normaalitason niin, että kuivuminen estyy, alkavat kasvaa ensivaiheen eli primäärivaiheen homesienet, jotka käyttävät ravintonaan lyhytketjuisia hiilihydraatteja. Kun kosteus vauriokohteessa jatkuu, etenee suknessio ja paikalle ilmaantuvat kakkosvaiheen eli sekundäärivaiheen pitkäketjuisia hiilihydraatteja käyttävät mikrobit. Mikäli vauriokohteen kosteus yhä jatkuu, valtaavat tilaa tertiäärivaiheen mikrobit, jotka kykenevät hajottamaan ravinnokseen puun ligniiniä ja paperin selluloosaa. Näistä ehkä tunnetuin ja pelätyin on lahottajasieni *Serpula lacrymans* eli lattiasieni, joka voi siirtää kosteutta pitkiäkin matkoja rihmastonsa avulla (Husman, Roto & Seuri 2002, 16.)

3.2 Kosteudenhallinta rakentamisessa

Vaikka kosteus- ja homeongelmat on tiedostettu jo usean vuosikymmenen ajan, ei kokonaisuuden hallinta koko rakentamisprojektin ja sen jälkeisen käytön osalta ole kunnossa. Vanhat juurtuneet toimintatavat, tiedon puute ja väärät asenteet sekä pilkottu vastuu ja kiire, johtavat yhdessä ja erikseenkin kosteusvauroihin riippumatta siitä korjataan vanhoja rakenteita vai tehdäänkö uutta. Oulun rakennusvalvonnan laatupäällikkö Pekka Seppälä on laatinut oppaan, jossa esitetään menettelytapoja sekä ratkaisuja kosteuden hallintaan ja sitä kautta homevaurion estämiseen. Hän antaa luonnollisesti suuren painoarvon työmaan olosuhdehallinnalle, mutta painottaa ettei kosteudenhallinta ole pelkästään säänsuojausta. Seppälä tähdentääkin kosteudenhallinnan koskevan koko rakennusprosessia aina tilaamisesta suunnitteluun ja siitä työmaatoteutukseen ja valvontaan sekä dokumentointiin. (Seppälä 2013, 26.)

Myös RIL 250-2011 tähdentää samoja asioita kuin Seppälä edellä. Hankkeen kokonaishallinnannassa ilmenee puutteita varsinkin, kun eri osapuolten tehtäväjaot ontuvat. Tilaaja saattaa odottaa, että suunnittelijat ja toteutusporras hoitavat virheettömän kosteudenhallinnan ilman, että asiaan tarvitsee lainkaan kiinnittää huomiota. Suunnitteluun varattu resurssien vähyys on myös selkeä riskitekijä, koska kosteudenhallinta tarvitsee nimenomaan kriittisten kohtien kohdalla tarkat etukäteissuunnitelmat (RIL 2011, 11–12.)

Rakennuksen kosteudenhallinnalla pyritään estämään ylimääräisen ja vahinkoa aiheuttavan kosteuden syntymisen rakenteisiin aina rakennusprojektin suunnittelusta ja toteutuksesta, varsinaisen kiinteistön ylläpitoon ja käyttöön (kuvio 2). Kosteudenhallintaprosessi lähtee jo kaavoitusvaiheesta, jossa viranomaisten tulee luoda hyvät edellytykset kosteudenhallinnan kannalta toimivaan rakentamiseen selvittämällä ja huomioimalla rakennusmaan sekä ympäristön olosuhteet (RIL 2011, 12.)

Rakentamisen kosteudenhallintaan on useita ohjeistuksia ja ns. tarkistuslistoja, joilla voidaan varmistaa, että koko rakentamisprosessin aikana tarvittavat toimenpiteet tulee hoidettua. Kysymys lieneekin enemmän kulttuurimuutoksesta kuin siitä, että tietoa ja kokemusta laadukkaasta kosteudenhallinnasta ei vielä olisi saatavilla.



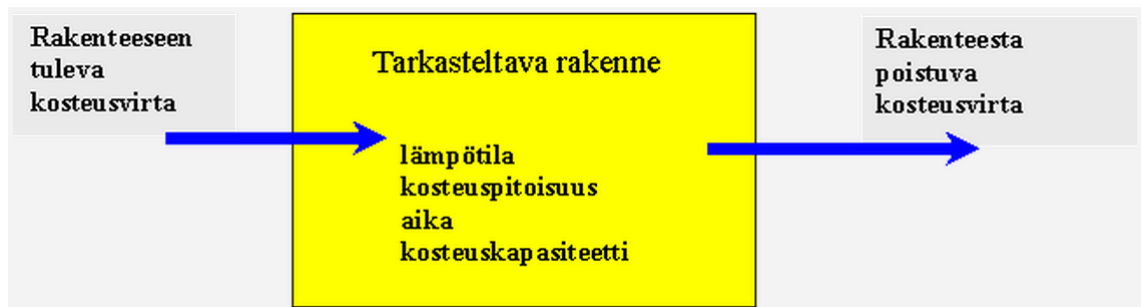
Kuvio 2. Kosteudenhallinnan ja homevaurion estämisen pääkohdat rakennushankkeessa (RIL 2011, 12.)

3.3 Kosteudenhallinta rakenteissa

Kosteusvaurioiden syntyminen rakenteisiin on seurausta liiallisesta kosteuslisästä, joka aiheuttaa mikrobiologisia vaurioita, kuten homehtumista ja lahoamista. Rakenteissa saattaa myös esiintyä kemiallisia vaurioita kuten emissiot. Kuinka nopeasti sitten vauriot syntyvät ja mikä on eri materiaalien ja rakenneyhdistelmien sietokyky kosteutta vastaan? Kyseessä on niin monta muuttujaa sisältävä prosessi, että yksiselitteistä vastausta ei ole. Lämpötilan ja kosteuden nousu yleensä nopeuttavat vaurioitumista.

Kun rakenteeseen tulee enemmän kosteutta kuin sieltä poistuu, voi siitä seurata rakenteessa alkava vaurio (kuvio 2). Mikäli rakenteen kosteuden sitomiskyky on suuri, kriittisen kosteuspitoisuuden nousu vauriotasolle kestää kauemmin. Rakenteiden kosteusvirta voidaan jakaa neljään siirtymismuotoon; veden painovoimaiseen ja kapillaariseen siir-

tymiseen sekä veden ja vesihöyryn siirtymiseen ilmvirtauksien mukana sekä vesihöyryn siirtymiseen diffuusion kautta (Sisäilmäyhdistys, kosteusvaurioituminen 2014.)



Kuvio 3. Rakenteiden kosteusvaurioitumisen yleisperiaate (Sisäilmäyhdistys, kosteusvaurioituminen 2014.)

Vaikka yleisin ongelmien aiheuttaja onkin veden painovoimainen siirtyminen, muodostavat eri kosteuden siirtymismuodot rakenteeseen kosteusvirran ja niistä yhtäkään ei voi unohtaa. Esimerkiksi veden valuessa painovoimaisesti rakenteissa paikkaan, josta ei sillä ei pois pääsyä, jää rakenteen ainoaksi kuivumistavaksi erittäin hidas diffuusio.

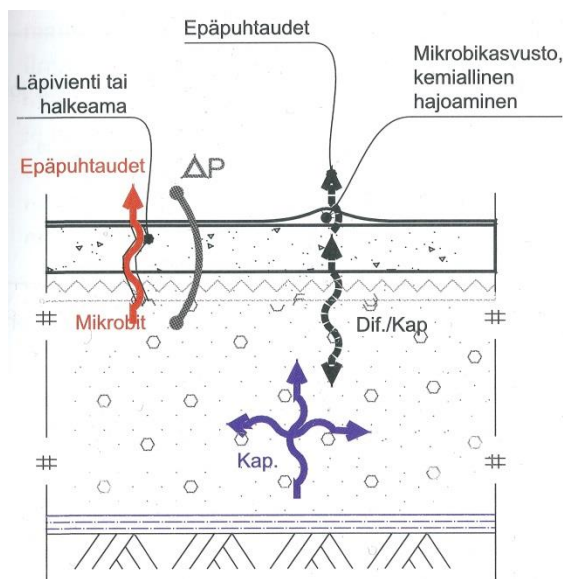
3.3.1 Maanvastaiset betonilattiat ja alapohjarakenteet

Perustus – ja alapohjarakenteet ovat luonnollisesti rakennuksen voimakkaimmin kosteusrisitettut rakenteet. Maahan kosketuksissa olevat rakenneosat ovat vuodenaajasta riippumatta lähes aina kosteudelle alttiina, mutta vuodenaikojen mukaan saattaa seurata erittäin vaihtelevia tilanteita. Varsinkin ryömintätilaisten alapohjien kosteudenvaihtelut vuodenaikojen mukaan ovat merkittäviä ja ne tulisi tiedostaa, jotta kosteusvauriot voitaisiin ehkäistä. Seuraavassa käydään läpi tavanomaiset ja useimmin esiintyvät riskirakenteet perustuksista ja alapohjarakenteista. Näitä ovat maanvastaiset betonilattiat ja alapohjarakenteet, matalaperustus ja valesokkelit sekä kellarilliset ratkaisut ja ryömintätilaiset alapohjat.

Maanvastaiset betonilattiat ja alapohjarakenteet saattavat olla kosketuksissa suoraan laatan alapuoliseen kosteaan maahan, jos laatan alapuolinen kapillaarikatko puuttuu ja laatan alapuolella ei ole eristekerrosta. Kun laatan alapinnassa olevan maa-aineksen huokosilman kosteustaso voidaan katsoa olevan 100 % RH, saattaa laatan alapinnan kosteustaso myös lähennellä samaa tasoa (Leivo & Rantala 2002.)

Rakenteen läpi kulkeva diffuusiovirta on normaalissa käyttötilanteessa ylöspäin, kohti sisätiloja ja sen mukana siirtyvä kosteus määrä on suuruudeltaan 10 % kapillaarisesti siirtyvästä vedestä. Leivon ym. mukaan maanvaraisten alapohjarakenteiden haitallisessa kosteusvirrassa diffuusion merkitys on kuitenkin suurempi kuin kapillaarisen nousun aiheuttama kosteus. Alapohjarakenne toimii yleensä kokonaisuutena moitteetta, vaikka pohjamaan vesipitoisuus olisikin suuri. Pohjamaan lämpötila ei yleensä nouse liian korkeaksi, jolloin kosteusvirran suunta sisätiloihin päin pienenee ja alapohjarakenne pystyy läpäisemään sen läpi kulkevan kosteus määrän ilman rakenteille kohdistuvaa liiallista kosteusrasitusta. Rakennuksen alapohjan lämmöneristävyydellä on siis suuri merkitys diffuusiovirran suuntaan ja voimakkuuteen (Leivo ym. 2002, 5; Peltola 2008, 114.)

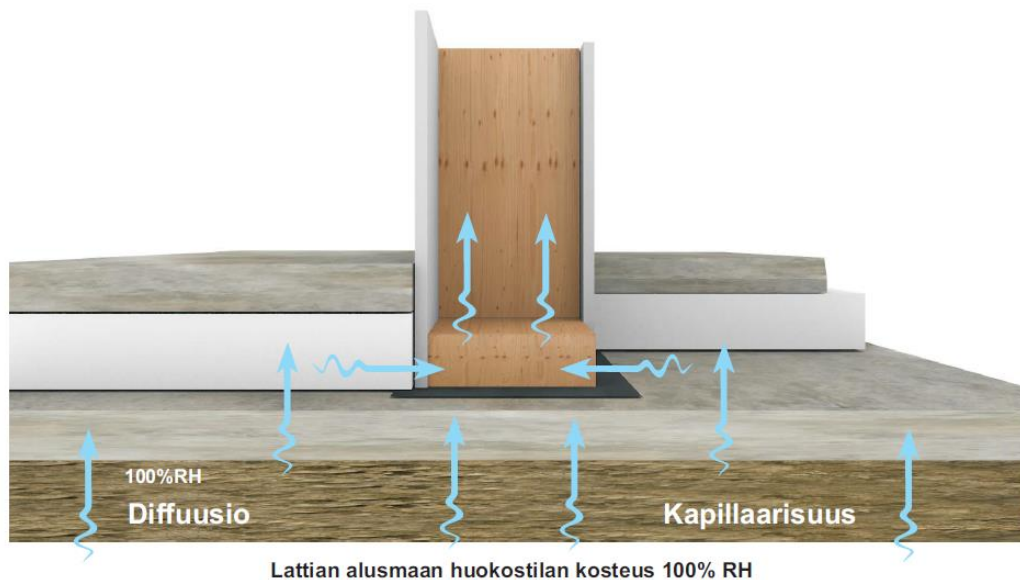
Maanvastaisten laattojen ongelmaksi on osoittautunut maasta nouseva liiallinen kosteus, joka aiheuttaa rakennus- ja pintamateriaaleihin vaurioita kuten myös liian kostean betonin päälle asennettu matto. Tästä seuraa mm. lattiapinnoitteen tai sen liiman hajoamista, josta taas saattaa seurata sekä mikrobivaurioita ja materiaalien pinnasta tapahtuvia kemiallisten yhdisteiden haihtumistuotteita sisäilmaan (kuvio 1). Betonilaatta pystyy varastoimaan muovimaton ja liiman reaktiotuotteita itseensä jopa puolet niistä, mutta kun olosuhteet muuttuvat, saattavat laattaan sitoutuneet reaktiotuotteet vapautua sisäilmaan hyvinkin pitkän ajan (Peltola. 2002, 114; Kylliäinen 2010, 12–14.)



Kuvio 1. Maanvastaisen alapohjarakenteen periaatteellinen toimintakuvaus ja vauriomekanismit (Peltola 2008, 115.)

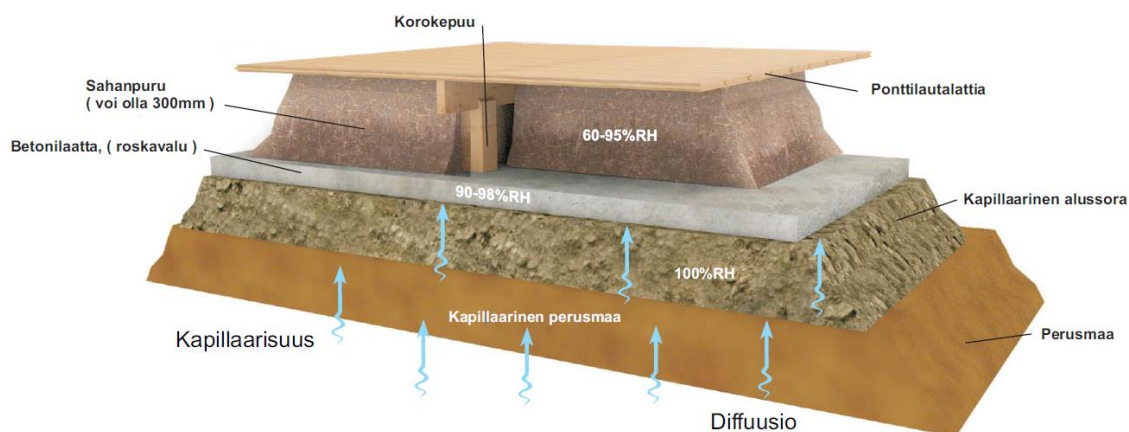
1960-luvulta aina 80-luvulle asti alapohjarakenteita tehtiin kaksoisbetonilattioina, joissa alempi maanvastainen laatta toimi ns. työlaattana ja sen ylempi betonilaatta oli pintavalukerrosena, jonka päälle asennettiin varsinainen lattiapinnoite (kuvio 2). Näiden kahden laatan väliin asennettiin eristekerros, joka alussa oli lastuvillalevyä (Toja) ja myöhemmin polystyreeniä (esim. Styrox). Toisinaan rakenne suojattiin alemman laatan pintaan asennetulla bitumikerroksella, mutta myös muovikalvoa käytettiin samaan tarkoitukseen (Kärki & Öhman 2007, 27.)

Rakenteeseen päässyt kosteuslisä alapohjasta onkin aiheuttanut puurakenteissa ja eristeissä kosteusvaurioita. Rakenteen riskialttius korostuu myös vuotovahingoissa, joissa joko teknisen järjestelmän pettäminen tai märkätilojen valumavesien pääseminen kahden betonilaatan väliin on aiheuttanut monia kosteusvaurioita.



Kuvio 2. Kaksoislaattarakenne alapohjarakenteena ja sen kosteusriskilähteet (Hometalkoot.fi 2014, Tunnista ja tutki riskirakenteet.)

Maanvastainen betonisen alapohjarakenteen päälle on monesti myös rakennettu koolattu puulattia eli korokepuulattia. Betonilaatan ja pintalattian välisen tilan eristeenä on käytetty sekä mineraalivillaa että sahanpurua ja kutterinlastua. Betonilaatta saattaa olla kostea, mikäli sen alla oleva maa-aines on kapillaarisesti vettä nostavaa. Näkyviä vaurioita ei ole usein, mutta homeen voi tunnistaa hajusta. Purueriste homehtuu ja lahoaa alaosaan ja samalla tavalla käy myös lattian korokepuiden alaosien kanssa (kuvio 3).

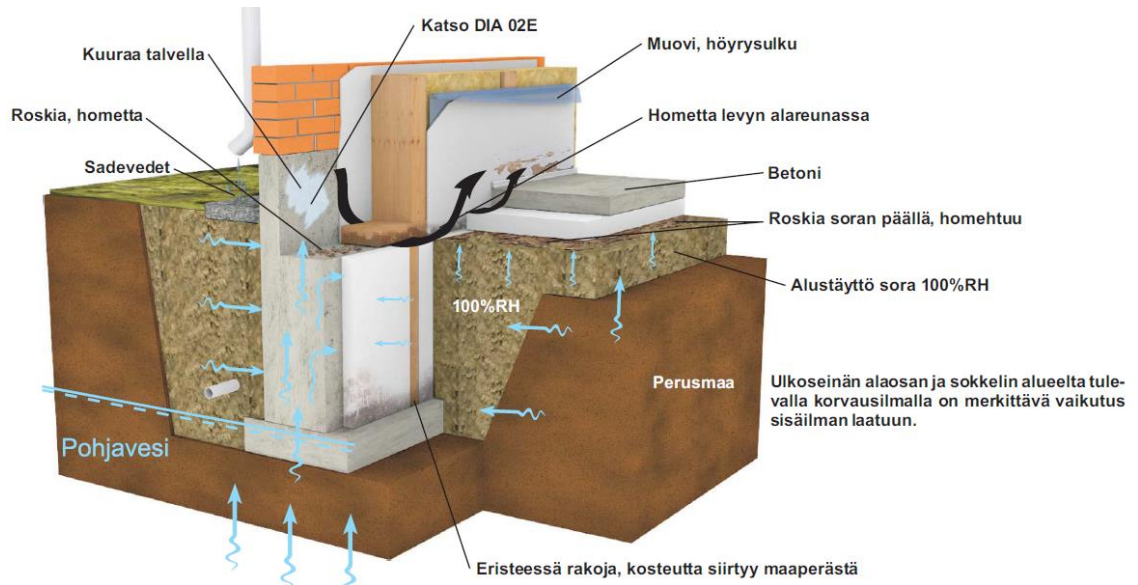


Kuvio 3. Korokepuulattia maanvastaisen betonilaatan päällä ja sen riskikohdat (Home-talkoot.fi 2014, Tunnista ja tutki riskirakenteet.)

3.3.2 Matalaperustus ja valesokkelirakenne

Matalaperustuksessa perusmuuri jää routarajan yläpuolelle, jolloin se jää matalaksi ja maanvastainen betonilaatta on suoraan maata vasten. Perusmuurirakenteen ja ulkoseinärakenteen välistä puuttuva kapillaarikatko mahdollistaa ulkopuolisen maakosteuden pääsemisen rakenteisiin, koska maanpinta on usein samalla tasolla lattian pinnan kanssa. Matalaperustuksia rakennettiin koska niin päästiin portaista eroon ja kellareita ei enää tarvittu esimerkiksi elintarvikkeiden varastointiin siinä määrin kuin ennen. Ulkoseinän ja alapohjan kylmäsiltoja pyrittiin vähentämään ns. valesokkelilla, jolloin puurungon alaosa jäi lähes suojaamattomaksi kahden betonirakenteen väliin. Usein puurungon alaosa jäi vielä maanpinnan tason alapuolelle altistuen näin maakosteudelle (Ilveskoski 2014, 28).

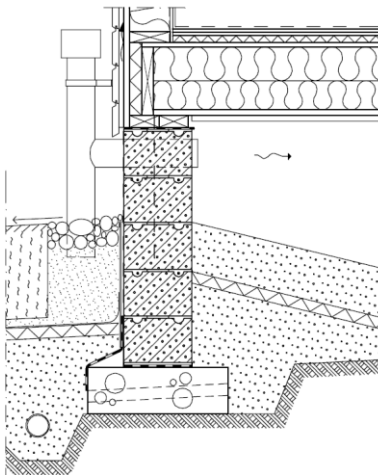
Valesokkelirakenteessa kantavan rungon alapohjauspuu sijaitsee usein 100–200 mm lattiapinnan alapuolella. Rakennetta on käytetty yleisesti 1960-luvulta aina 90-luvun alkuun asti ja tyypillistä näille taloille on, että ne ovat tiiliverhottuja ja niissä on loiva harja- tai tasakatto. Maanpinna ja lattiataason korkeuseroa ei käytännössä juurikaan ole, vaan ne ovat samalla tasolla. Sokkelirakenteessa ja ulkoseinän alaosissa olevat kosteus- ja homevauriot eivät näy rakenteiden ulko- ja sisäpinoilla vaan tulevat esiin yleensä tunkkaisena, maakellarimaisena hajuna, joka pääsee sisätiloihin ilmapuotojen kautta (kuvio 4). Rakennetyypin kosteus- ja homevauriot pystytään todentamaan pääsääntöisesti vain rakenteita avaavalla kuntotutkimuksella (Kärki & Öhman 2007, 32–33.)



Kuvio 4. Valesokkelin ongelmia (Hometalkoot.fi 2014, Tunnista ja tutki riskirakenteet.)

3.3.3 Tuulettuvat alapohjat

Tuulettuvassa alapohjarakenteessa talon alla olevan maanpinnan ja alapohjan välissä on ulkoilman ilmvirtauksien avulla tuulettuva ilmatila. Rakenteesta käytetään myös nimityksiä ryömintätilainen alapohja ja rossipohja. Ryömintätilan tarkoitus on tuulettaa lattiarakenteen alla oleva vapaa ilmatila niin, ettei haitallista kosteutta pääse alapohjarakenteisiin ja seinärakenteiden alaosiin (kuvio 5). Tuuletus hoidetaan yleensä sijoittamalla perusmuuriin tuuletusaukkoja, joiden toiminta perustuu luonnolliseen tuuletukseen rakennuksen eri puolilla vallitsevien paine-erojen ansioista (Siikanen 2008, 221.)



Kuvio 5. Tuulettuvan alapohjarakenteen periaatepiirros (Rakennustieto 2005, RT-81-10854.)

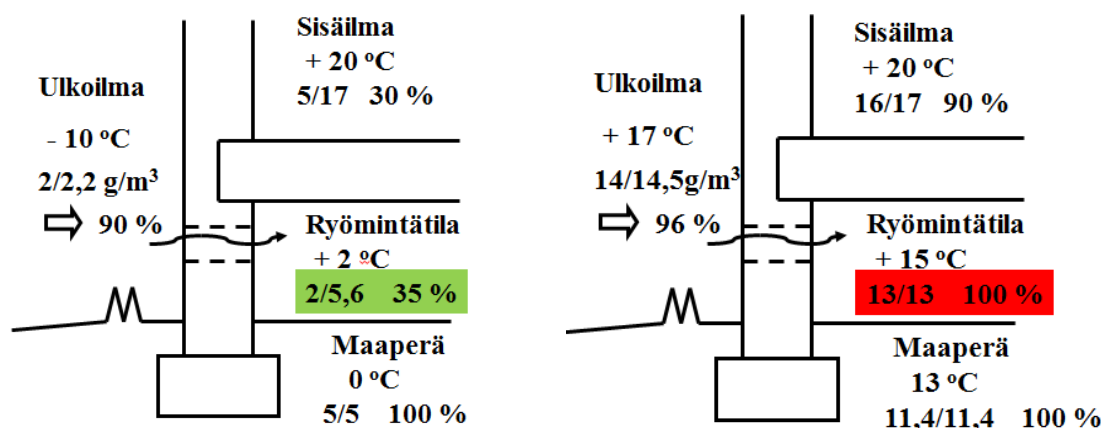
Maassamme on merkittävästi ongelmaisia rossipohjarakenteita ja niiden korjaaminen on haastavaa ja taloudellisesti raskasta. Osasyyn tähän on 1970- ja 80-luvuilla nopeasti yleistyneet rossipohjat, jotka otettiin laajaan käyttöön ilman, että niistä olisi tehty tarvittavia perusteellisia selvityksiä. Tätä uutta alapohjarakennetta käyttöönotettaessa, suunnittelu, työn ohjeistus ja itse toteutus olivat vajavaisia, eikä ongelmilta ei voitu välttää (RIL 250-2011, 150.)

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL julkaisee normeja ja ohjeita sekä erilaisia käsi- ja oppikirjoja, jotka edistävät asiantuntijoiden ja opiskelijoiden ammattitaidon kehittymistä. RIL arvostelee melko tuoreessa ohjekirjassa, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen, 70- ja 80-luvun rakentamiskulttuuria melkoisen suorasanaisesti, voisi sanoa jopa arkisesta insinöörikielystä poikkeavin sanakääntein:

Sen ajan rossipohjaohjeista henkii usko täydelliseen työsuoritukseen, eikä niissä ole arkiopastusta. Ryömintätilaan jätettiin holtittomasti orgaanista materiaalia, kuten muottilaudoituksia, lastuja ja multaa ymmärtämättä, että niistä koituu vakaviakin ongelmia. (RIL 250-2011, 149–150.)

Tuulettuvan alapohjan kosteustekninen toimivuus on parhaimmillaan talvella, mutta kesäaikana se toimivuus aiheuttaa ongelmia. Talvella ryömintätila pysyy lämpimämpänä kuin ulkoilma jonka seurauksena ryömintätilaan tuleva ulkoilma lämpenee ja sitä kautta ilman suhteellisen kosteus laskee. Talvella ulkoilma siis kuivattaa ryömintätilaa. Keväällä ja kesällä varsinkin päiväsaikaan ulkoilma on lämpimämpää kuin ryömintätilassa. Lämmin ilma kulkeutuu ryömintätilaan ja tuo sinne samalla lisäkosteutta. Ilman jäähtyessä sen suhteellinen kosteus nousee ja se saattaa johtaa olosuhteisiin, jotka ovat otollisia homekasvustolle (kuvio 6).

Ryömintätilan kosteuteen vaikuttaa oleellisesti kolme tekijää, joita ovat maaperän kosteustuotto, ryömintätilan lämpöolosuhteet ja ilmanvaihto. Ryömintätilan kriittisin tekijä kosteuden muodostumisen kannalta on kuitenkin lämpötila. Mikäli ryömintätilan lämpötila on merkittävästi alhaisempi kuin ulkoilman, sen suhteellinen kosteus on aina korkea, riippumatta maaperän kosteustuoton ja ilmanvaihdon toimivuudesta (Kurnitski ym. 1999, 9.)

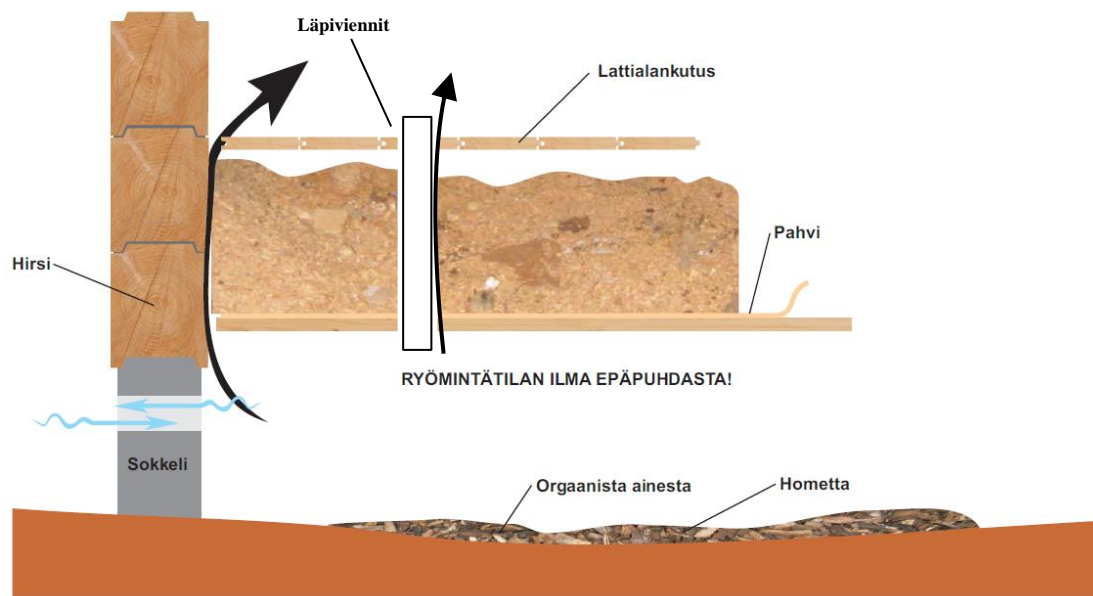


Kuvio 6. Ryömintätilainen alapohjan kosteus talvella ja kesän sadekaudella (Peltola 2010, diat 43 ja 45.)

Yksi tekijä tuuletetun alapohjan rakenteiden mikrobivaurioitumiselle on maaperän kosteuden korkea tila, koska tuuletusaukkoja on liian vähän tai ne ovat suljettu. Kun tuuletusluukut ovat unohtuneet kiinni 30 vuodeksi, on alapohjarakenne homehtunut siihen kuntoon, että se ei korjaannu vaikka tuuletusta lisättäisiin. Lähes aina alapohjan ongelmiin liittyy myös salaojituksen puuttuminen ja sadevesien syöksytorvista alapohjaan purkautuva vesi. Usein rakennuksen alla oleva maaperä on homevaurioitunutta, koska maaperän kosteus ja sen pinnalla oleva orgaaninen materiaali luovat erinomaiset kasvuolosuhteet mikrobeille (Kärki & Öhman 2007, 23–24.)

Kosteusvaurioituneen ryömintätilan ongelmana on haitallisten ilmavirtauksien mukana sisäilmaan leviävät hajut ja mikrobit (kuvio 7). Epäpuhtaudet pääsevät rakennuksen sisäilmaan alapohjan läpivientien epäjatkuvuuskohdista sekä perustusten ja alapohjan liittymäkohdista. Varsinkin asuintilojen alipaineisuus aiheuttaa vetoa alapohjasta sisäilmaan, joka puolestaan voi nostaa sisäilman itiöpitoisuudet haitallisen korkeiksi.

Pientalojen yleisin tuulettuvan alapohjan kosteusvaurion aiheuttaja oli riittämätön tuuletus. Juhani Pirisen väitöstutkimuksessa 2006 arvioitiin, että 20 % rossipohjien mikrobivaurioista oli aiheutunut tuuletuksen puutteista (Pirinen 2006, 53.)



Kuvio 7. Tuulettuvan alapohjan epäpuhtauksien reitit sisäilmaan (Hometalkoot.fi 2014, Tunnista ja tutki riskirakenteet.)

3.3.4 Kellarilliset tilat

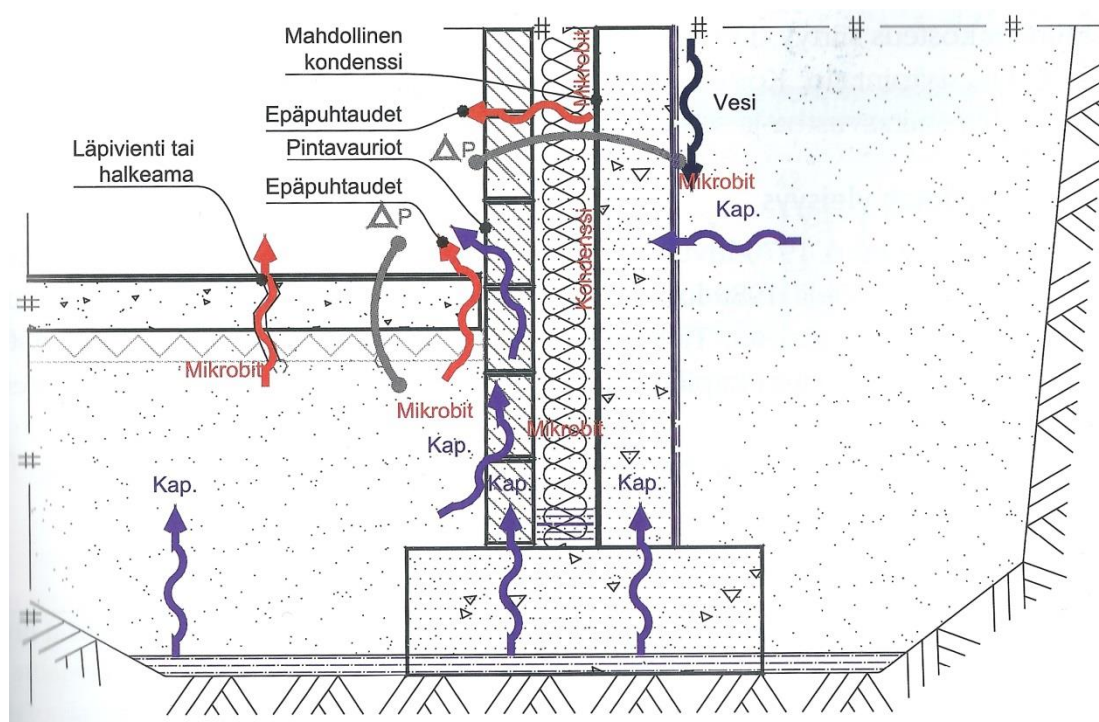
Kellarit yleistyivät 1940-luvulla, jota ennen varsinkin pientaloissa oli harvoin kellarikerrosta. Sotien jälkeisellä ajalla tarvittiin nopeasti suuri määrä kustannustehokkaita ja neliömääränsä nähden tehokkaita pientaloja. Kun tonttien koko asutustaajamissa pieneni, eikä ollut tilaa erilliselle talousrakennukselle, koko talon laajuinen kellarikerros yleistyi. Kellarillisia rintamiestaloja rakennettiin vielä 60-luvun alkuun asti, jolloin alkoivat yleistyä matalaperusteiset, yhdessä tasossa olevat pientalot. 1980-luvun taitteessa yleistivät rinnetalot, joissa alin kerros on osittain maan alla vastaten täten kellarilista rakennetta (SPU Systems Oy 2012, 19.)

Vanhoissa kellareissa on melko yleisesti kosteusongelmia varsinkin jos ne ovat alun perin suunniteltu varastoksi tai muuhun toissijaiseen käyttöön. Alkuperäinen seinärakenne on päällystetty sisäpuolelta vesihöyryä läpäisevällä pinnoitteella ja maakosteus on haihtunut vapaasti kellaritilaan. Tilojen myöhempi käyttötarkoituksen muutos on kuitenkin johtanut myös rakenteen toiminnalliseen muuttumiseen. Alun perin kosteutta sietävä ja haihduttava toiminnallinen rakenne on muutettu niin, että seinä ja lattiat on pinnoitettu tiiviillä materiaalilla. Siinä missä ennen kosteudella on ollut haihtumisväylä

kellarin ilmatilaan, muutoksen jälkeen kosteus onkin ajautunut rakenteisiin ja kosteusvaurio on ollut väistämätön (Leivo 1997, 12.)

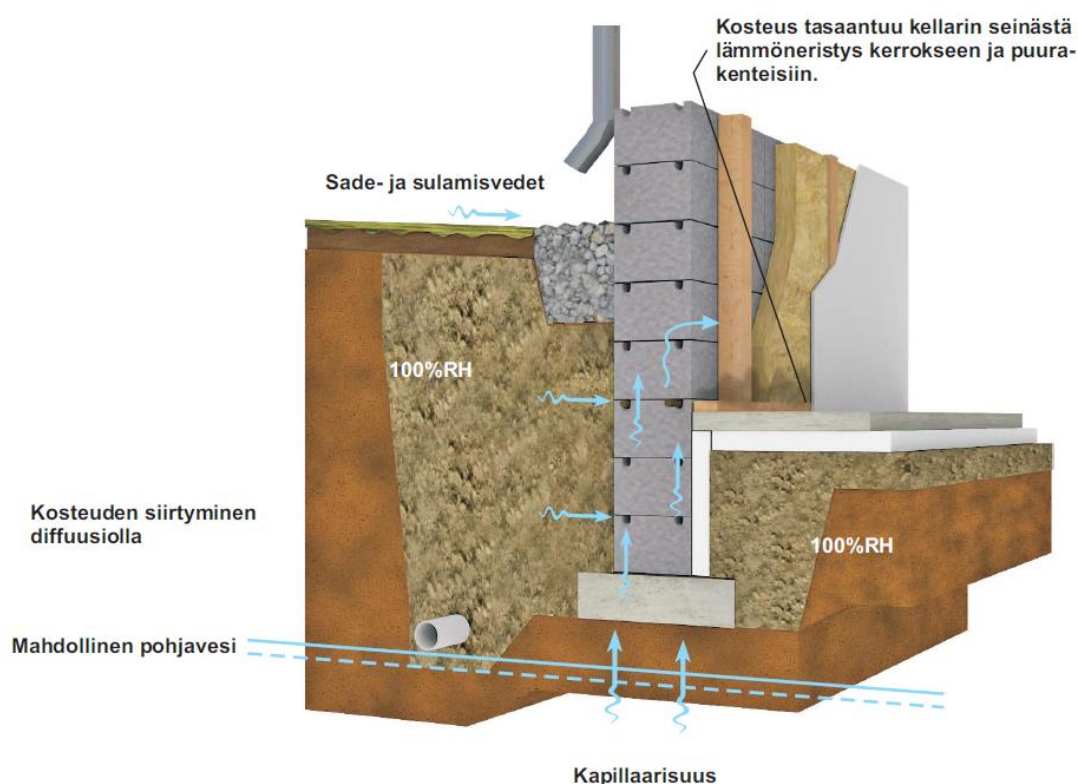
1940–1950 luvulla kellarikerrosten seinät eivät juuri olleet lämpöeristettyjä. Silloin kun eristettä on käytetty, se on ollut valuvaiheessa tai sen jälkeen asennettu sementtilastuvillalevy, joka myös Toja-levynä tunnetaan. Myös verhomuurausta eli rivinteerausta käytettiin lämmöneristyksen parantamiseksi. Siinä perusmuurin sisäpuolelle on muurattu tiilestä uusi seinä niin, että perusmuurin ja verhomuurin väliin on jäänyt ilmarako.

1970-luvulla yleistyi kellarin ulkoseinärakenne, jossa perusmuurin ja tiilen välissä oli eristeenä mineraalivillaa. Kellarin seinän alaosa on ympäri vuoden kosketuksissa märkään tai kosteaan sekä lämpimään pohjamaahan. Maakosteus siirtyy anturasta seinärakenteeseen ja siitä eristetilaan (Kuvio 8). Seinän antura saattaa myös sijaita kuopassa jolloin puuttuvat kapillaarikatkot ja salaojitukset lisäävät kosteusrasitusta perustuksiin ja perusmuurin alaosaan (Peltola 2002, 141–142; Kärki & Öhman 2007, 16–17.)



Kuvio 8. Maanvastaisen tiilivuoratun kellarinseinän periaatteellinen toimintakuvaus ja vauriomekanismit (Peltola 2008, 141).

Myöhempiä vuosikymmeniä kellareiden ulkoseinärakenteita on lisälämmöneristetty yleisesti huonetilojen puolelta. Sisäpuolinen lisälämmöneriste on yleisesti ollut mineraalivilla, jolloin perusmuurin päälle on asennettu puukoolaus, jonka väliin eriste asennettu (kuvio 9). Toisinaan sisäpuoliseen lisälämmöneristerakenteeseen on asennettu höyryn-sulku muovikalvosta tai tervapaperista, mutta toisinaan se taas puuttuu. Koolauksen päälle asennettiin useimmiten lastu- tai kipsilevy ja samaa rakennetta on käytetty myös vanhojen kellareiden saneerauksissa, kun niiden käyttötarkoitusta tai viihtyisyyttä parannettiin. Kellaritilojen sisäpuoliset eristykset, levytykset ja paneliverhoukset ovat osoittautuneet riskialttiiksi rakenteiksi ja niissä esiintyy usein kosteus- ja homevaurioita (Kärki & Öhman 2007, 16–17; SPU Systems Oy 2012, 24.)



Kuvio 9. Kellarin harkkoseinä sisäpuolisella lämmöneristellä (Hometalkoot.fi 2014, Tunnista ja tutki riskirakenteet.

Maanvastaisen perusmuurin kautta kellaritiloihin pääsevä liiallinen kosteus oli Kansanterveyslaitoksen tutkimuksen mukaan 50-luvun pientalojen yleisin kosteusvaurio. Ongelma todettiin joka toisessa talossa. Sen jälkeisinä vuosikymmeninä kellarireiden rakentaminen vähentyi niin, että muut rakenteiden vauriotyypit ovat määrällisesti hallitsevia ja kaikista tutkituista pientaloista kellariseinien mikrobivaurioiden osuus oli 18 % (Pirinen 2006, 27–28.)

3.3.5 Ulkoseinät

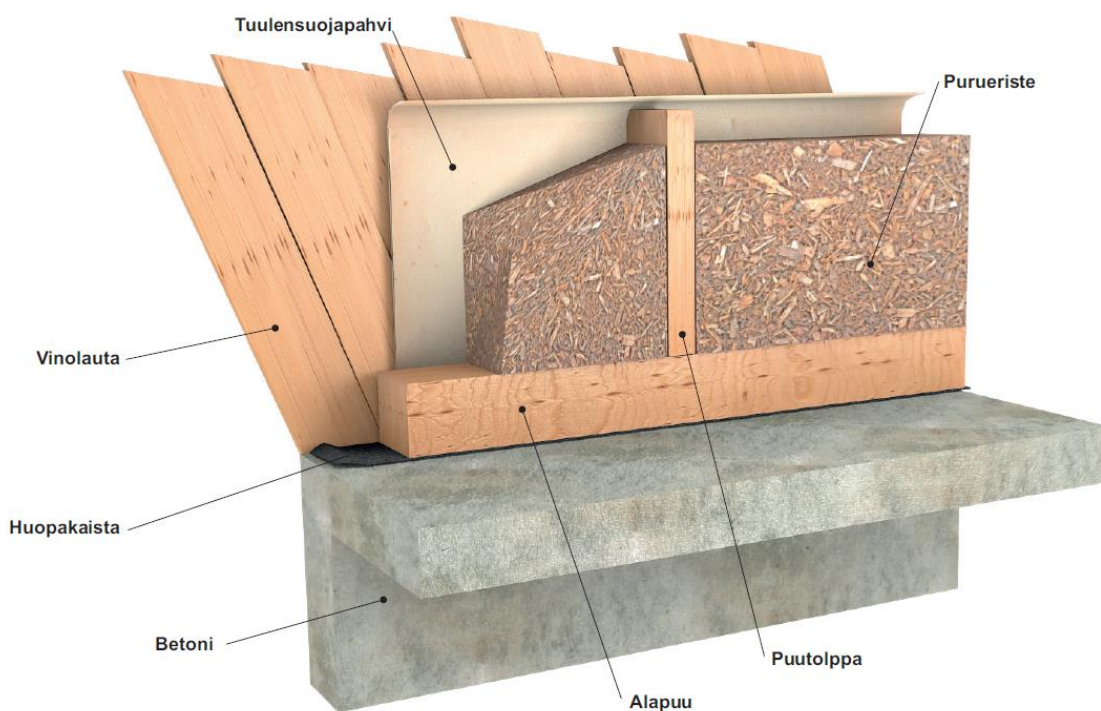
Ulkoseinien kosteusvaurioiden osalta ollaan tilanteessa, jossa suuri osa seinän alaosan vaurioista aiheutuu itse asiassa alapohjasta ja perustuksista. Tässä luvussa käsitelläänkin vaurio- ja riskityyppejä, joista on jätetty pois maan alta tai pinnalta siirtyvän kosteuden aiheuttamat vauriot seinien alaosille. Ne ovat käsitelty jo edellä alapohjarakenteita ja kellaritiloja koskevissa luvuissa.

Julkisivurakenteiden vaurioitumisen syynä on usein korkea kosteusrasitus, joka aiheutuu viistosateesta, sisäilman kosteudesta ja rakennuskosteudesta. Ulkoseinän vaurioitumisen kannalta merkittävin tekijä on viistosade. Tuulen vaikutuksesta sadepisarat putoavat vinosti, jolloin sateen vaakasuoraa komponenttia kutsutaan viistosateeksi. Viistosademäärät vaihtelevat voimakkaasti vuosittain ja vuodenaikojen mukaan. Viistosateen rasitus seinän alaosille ja rakennuksen kulmille on yli puolet suoran sateen määrästä. Toisinaan rakennuksen vaakapinnoilta tai maan pinnalta ohjautuu ulkoseinään sadevettä aiheuttaen voimakkaan paikallisen rasituksen. Rakennuksen sijainnilla ja ilmansuunnalla on myös merkitystä rasitukseen voimakkuuteen ja kestoon (Pentti & Hyypöläinen 1999, 12–14.)

Koska sadevettä pääsee aina jonkin verran seinärankenteeseen, tulee myös varmistaa kosteuden ulospääsy rakenteesta. Viistosateen aiheuttama vuotovesi rakenteen sisällä kulkeutuu yleensä julkisivuverhouksen sisäpinnalla painovoiman takia alaspäin ja kertyäkseen saumakohtiin, ikkunan karmiosien päälle ja sokkelihalkaisuun. Erityistä huomiota tulee kiinnittää eri rakenteiden liittymäkohtiin ja julkisivupellityksiin (Pentti & Hyypöläinen 1999, 16.)

Rankarakenteisten ulkoseinien kosteusvauriot ovat pääosin seurausta ulkopuolisen veden pääsemisestä rakenteen sisälle. Vesi voi vuotaa tai valua rakenteisiin suoraan pintaverhouksen läpi sekä liittyvien rakenteiden ja seinän liitoskohdista. Yksi merkittävä vaurioitumistapa pientalojen kohdalla on ulkoportaan tai parvekkeen väärästä kallistuksesta johtuva vesivuoto. Vettä pääsee esimerkiksi roudan vaikutuksesta vääntyneen portaan tasanteelta seinään päin ja siitä rakenteisiin aiheuttaen laho- ja mikrobi muutaman metrin matkalla vuotokohdasta (Pirinen 2006, 64; Sisäilmayhdistys 2014.)

Jälleenrakennuskaudella sotien jälkeen aina 1950-luvulle saakka, rankarakenteisten ulkoseinien lämmöneristeenä käytettiin sahanpurua, pystyrunkotolppien ollessa 50 x 100 mm. Ulkoseinärakenteen molemmille puolille asennettiin umpilaudoitusta ja tervapaperi tai oksamassapahvi (kuvio 10). Ulkoseinärakenne toimi sen ajan käyttöolosuhteissa kohtuullisen hyvin, koska huoneilmassa ei ollut kosteutta siinä määrin kuin nykyisin. Saunat ja pesuhuoneet olivat pihalla tai kellarissa ja uunilämmitys aiheutti alipaineen, joka toi kylmää ja kuivaa ilmaa sisälle (Vinha 2010, 11.)



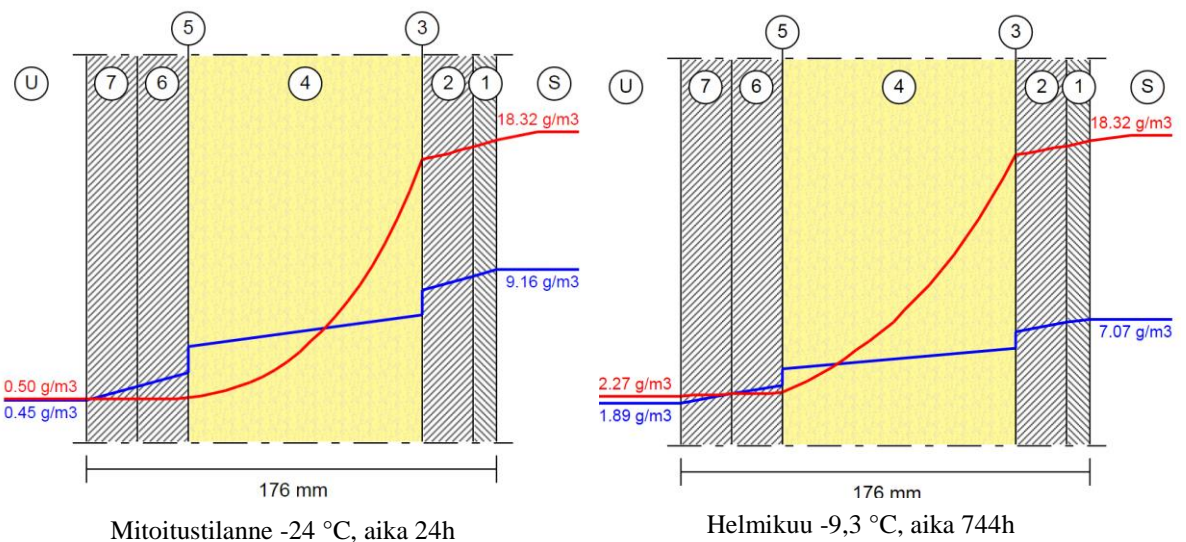
Kuvio 10. Purueristeisen ulkoseinän periaaterakenne (Hometalkoot.fi 2014, Tunnista ja tutki riskirakenteet.)

Purueristeinen ulkoseinä on kuitenkin nykyolosuhteissa todettu kosteusteknisen toimivuuden kannalta ongelmalliseksi, koska rakenne ei harvene ulospäin (Korjaustieto 2014.) Suomen rakennusmääräyskokoelman (RakMK C2/1998) mukaan avohuokoisen lämmöneristykseen lämpimällä puolella olevan rakennekerroksen tulee olla vähintään viisinkertainen kylmällä puolella olevan rakennekerroksen vesihöyrynvastukseen verrattuna. Kansantajuisesti ilmaistuna ulkoseinän eristetyksen osan sisäpuoli pitää olla viisi kertaa vesihöyrytiivimpi kuin ulkopuoli.

Purueristeisen ulkoseinän kosteustekninen toiminta talven kylmimpinä jaksoina saattaa johtaa kosteuden tiivistymiseen rakenteen ulkopuolisiin kerroksiin. Tyypillisen 1950-

luvun pientalon ulkoseinärakenteen kosteuskäyttäytymistä mallinnettiin DOF-lämpö ohjelmalla. Siinä nähdään mitoitustilanteen kosteuskuvaaja, jossa kosteus tiivistyy rakenteen sisään (kuvio 11). Tässä tapauksessa ohjelman mitoitustilanne muodostuu ulkoilman lämpötilasta $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja sisäilman lämpötilasta $21\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tarkastelujakson pituus on 24 tuntia ja olosuhdesijainti sijainti Vantaa.

Mitoitustilanne ei kuitenkaan anna kokonaiskuvaa rakenteen kosteuskäyttäytymisestä, vaan se on staattinen, pysäytetty tilanne olosuhteista, jotka rakennetta rasittavat. Siinä ei oteta huomioon kaikkia niitä muuttujia, jotka vaikuttavat rakenteen kosteuskäyttäytymiseen. Näitä ovat esimerkiksi tuuli, aurinko, rakennuksen sijainti tontilla ja sen suuntaus ilmansuuntien suhteen ja sisäilman painesuhteet suhteessa ulkoilmaan. Pelkästään rakennuksen sisäilmastossa on niin monta muuttujaa lähtien vedenkulutuksesta ja ilmanvaihdosta, että pitkälle menevien johtopäätösten tekemistä mitoitustilanteen perusteella tulisi tarkkaan harkita. Vertailun vuoksi samasta rakenteesta on mallinnettu tilanne helmikuulta, jossa pakkasjakso on pisimmillään. Siinä nähdään kosteuskäyrän kondenssipisteen siirtyneen lähelle rakenteen ulkopintaa ja se pääsee haihtumaan ulkoilmaan ilman, että se aiheuttaisi kosteusvauroita (Väisälä 2014).



Kerros:	Paksuus (mm):	Materiaali:	Lamda (W/mK):
1.	10.00	Lastulevy 300 kg/m ³	0.100
2.	22.00	Puu(mänty)	0.120
3.	0.10	Bitumipaperi 0,1 mm	10.000
4.	100.00	Sahanpuru	0.010
5.	0.10	Bitumipaperi 0,1 mm	10.000
6.	22.00	Puu(mänty)	0.120
7.	22.00	Puu(mänty)	0.120

Kuvio 11. Kosteuskuvaajat 1950-luvun purueristeisessä ulkoseinässä.

Kivirakenteisten tuulettumattomien ulkoseinien kosteusongelmat liittyvät usein pitkään jatkuneeseen sateeseen, jonka aikana tuuli painaa sadevettä viistosti seinälle. Imeytyessään pintarakenteen läpi, vesi pääsee seinärakenteen sisään. Toinen syy rakenteen kas- tumiseen on ikkuna- ja räystäspellityksien epäjatkuvuuskohdat. Sade- ja sulamisvesien pidempiaikainen ajoittainenkin pääsy eristekerrokseen johtaa väistämättä kosteus- ho- meongelmiin sekä lahovaurioihin. Koska rakenteen sisäkerrokset ovat vanhoissa raken- nuksissa usein ilmanpitävyydeltään heikkoja, voivat mikrobit päästä sisäilmaan paine- erojen vaikutuksesta (Nieminen ym. 2013, 30.)

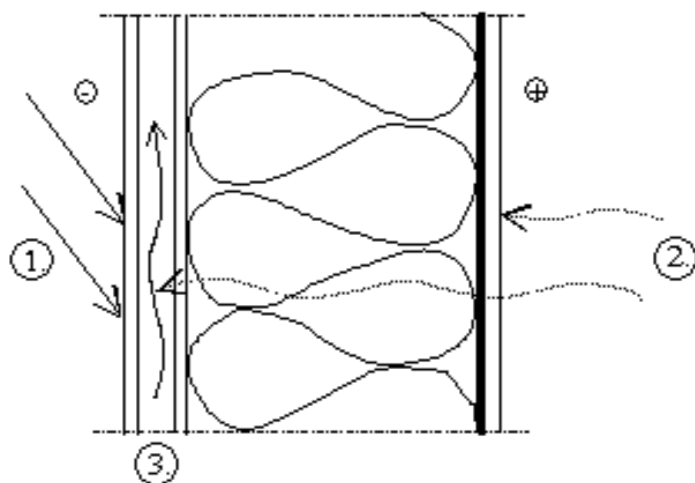
Kivirakenteisen tuulettumattomien massiiviseinien kuivuminen riippuu pääasiassa tuu- len aiheuttamien ilmapirtausten nopeudesta ja auringonsäteilyn voimakkuudesta raken- teen ulkopinnalla. Viistosateen imeytyessä kapillaarisesti rakenteeseen se haihtuu sateen loputtua siitä pois. Mikäli seinärakenne syystä tai toisesta pysyvästi kylmenee esimer- kiksi julkisivusaneerauksen vuoksi, on mahdollista, että sisäkosteus pääsee haitallisesti siirtymään diffuusion kautta aiheuttaen laajojakin, koko ulkoseinää kattavia vaurioita (Si- säilmayhdistys 2014.)

Betonisandwich-elementit otettiin käyttöön 1960-luvun alussa ja 1970-luvulle asti se oli yleisin ulkoseinärakenne asuinkerrostaloissa ja on yhä vieläkin käytössä. Rakenne koos- tuu betonisesta sisä- ja ulkokuoresta, joiden väliin on asennettu lämmöneristeeksi mine- raalivilla. Sisä- ja ulkokuori ovat sidottu toisiinsa teräksisillä ansailla, jotka lävistävät lämmöneristeen. Eristeen paksuus on vaihdellut 70–140 mm:iin, mutta käytännössä lämmöneristespaksuus voi vaihdella huomattavasti jopa yhden elementin kohdalla. Eris- tetilassa ei ole tyypillisesti lainkaan tuuletusta (Haukijärvi 2005, 6.)

Tyypillisiä vaurioita sekä korjaustarpeen aiheuttajia 1960- ja 1970-lukujen betonisand- wichelementeissä ovat elementtien ulkokuoren raudoitteiden korroosiot ja pakkasra- paumat. Ulkokuoren kiinnitysteräksien korroosiovauriot ovat myös mahdollisia, koska kuorielementin kiinnikkeet voivat olla suojaamattomina seinän eristetilassa altistuen erittäin ankarille korroosio-oloille (Julkisivuyhdistys ry 1997, 20–24.)

Kosteusteknisesti keskeisiä tekijöitä sandwich-elementin kannalta ovat kosteusrasitus- ten vähentäminen ja kuivumismahdollisuuksien varmistus. Julkisivuissa esiintyviä on- gelmia ovat mm. parvekkeiden ja ikkunoiden liitokset perusmuuriliitos ja saumaraken- teiden heikko sateen pitävyys ja sitä kautta ongelmat rakenteen sisäpuolisessa veden- poistossa ja tuuletuksessa (Julkisivuyhdistys ry 1997, 23–24.)

Tuulettuvissa seinärakenteissa tuuletusraon tehtävä on poistaa rakenteen julkisivun taakse päässyttä kosteutta tuuletusilman mukana riippumatta siitä, onko se tullut ulko- vai sisäpuolelta (kuvio 12). Tuuletusraon eri päissä on oltava kokonaispaine-ero, jotta ilma liikkuu raossa ja kuljettaa mukanaan liiallisen vesihöyryn.



1. Tiivis julkisivu estää viistosateen pääsyn rakenteeseen.
2. Höyryn- ja ilmansulku estää diffuusion ja konvektion avulla sisäilman kosteuden siirtymisen rakenteeseen.
3. Tuuletusrakoon joutunut kosteus tuulettuu sekä rakenteisiin päässyt vesi ohjataan pois.

Kuvio 12. Tuulettuvan kerroksellisen ulkoseinän kosteusteknisen toiminnan periaate (Sisäilmayhdistys 2014.)

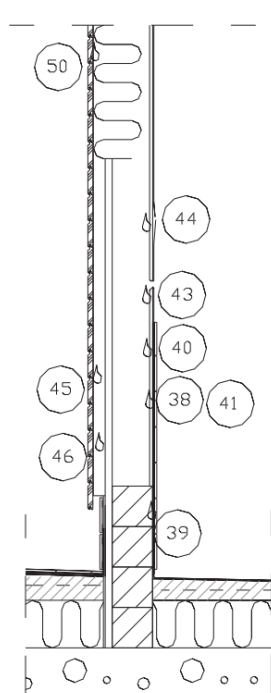
Tuulettujen ulkoseinärakenteiden kosteusteknisistä ongelmista yhdeksi tärkeimmistä nousee tuuletusraon tukkeutuminen ja sen kapeus. Varsinkin tiiliverhouksissa julkisivumuurausten taakse kertyneet laastipurskeet tippuvat muurauksen aikana seinärakenteen alaosaan (kuva 1). Näin ne tukkivat lähes kokonaan tuuletusraon alimmaisten tiilivarvien osalta ja estävät ilmavirtauksen perustuksen alaosaasta ylöspäin. Muurauksen ja perusmuurin liittymäkohdassa pitäisi olla bitukermi, joka johtaa julkisivun taakse päässeeseen veden hallitusti pois päin rakenteesta. Usein se puuttuu tai on asennettu väärin (Sisäilmayhdistys 2014.)



Kuva 1. Laastipurskeet ovat tukkineet tuuletusraon alaosaan (Ympäristöopas 1997, 86)

3.3.6 Märkätilat

Juhani Pirisen väitöskirjaa varten tutkituista pientaloista pesutilojen mikrobivaurioita todettiin 23 % kaikista vaurioista. Vaurioista lähes 80 % kohdistui pääasiassa seinärakenteisiin ja loput lattioihin. Seinien osalta suurin yksittäinen kosteusvaurion aiheuttaja oli kipsilevyseinän vedeneristeen puuttuminen, joita seinävaurioista oli reilu viidennes (kuvio 13). Kun myös muista materiaaleista rakennetut märkätilojen seinät otetaan huomioon, vedeneristysten puutteet ja sen toimimattomuus aiheuttivat 60 % kaikista pesutilojen mikrobivaurioista (Pirinen 2006, 59).



PESUTILOJEN SEINÄVAURIOIDEN AIHEUTTAJAT

- 38. Kipsilevyseinän vesieriste puuttui
- 39. Tiiliseinän vesieriste puuttui
- 40. Vaneri- tai lastulevyseinän vesieriste puuttui
- 41. Kipsilevyseinän vesieriste ei pitänyt vettä
- 42. Suihkuvedet vuotivat ovipielestä naapurihuoneeseen, jossa oli vaurio
- 43. Seinässä oli reikä
- 44. Muovitapetin saumat vuotivat
- 45. Panelinen suihkuseinä vaurioitunut
- 46. Muovipaneloitu suihkuseinä ei pitänyt vettä
- 47. Suihkun suojaseinä vaurioitunut
- 48. Seinässä oli sekä höyrynsulku että vesieriste
- 49. Uima-allas vuoti
- 50. Saunan seinäpaneeleiden taustan tuuletus puuttui

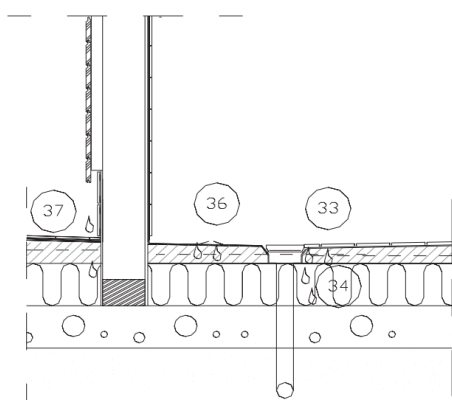
Kuvio 3. Pesutilojen seinävaurioiden aiheuttajat suuruusjärjestyksessä (Pirinen 2006, 62.)

Levyrakenteisissa seinissä mikrobikasvustoa oli usein sekä levyn taka- että etupuolella. Toisinaan levyjen etupuolen runsas kosteus oli esteenä homeiden viihtymiselle. Usein myös seinien runkorakenteet olivat kärsineet alaosistaan ja vaurioseinän rajoittuessa oleskelutiloihin, epäpuhtaudet pääsivät siirtymään sinne rakenteiden liittymäkohtien ja rakojen kautta. Tiiliseinien ympäristöstä löytyi runsaimmat mikrobikasvustot tilanteissa, joissa kosteus pääsi suihkutilasta kapillaarisesti tiiliseinän läpi. Tiiliseiniin liittyvä mik-

robikasvusto esiintyikin suihkun vastaisella seinällä tapetin tai jalkalistan alla ja joskus suihkutilaa vasten olevan kaapin takaa (Pirinen 2006, 62-63.)

Tämä on sinänsä mielenkiintoista, koska kivirakennetta on pidetty hyvin kosteutta kestäväänä materiaalina ja sitähan se tietysti onkin. Tiili vain näyttää toimivan edellä kuvatuissa tilanteissa paremminkin kosteuden levittäjänä ja kosteusvarastona, joka luo homeen kasvuille suotuisat olosuhteet.

Pirisen väitöskirjatutkimuksessa lattioiden osalta 65 % vaurioista aiheutui lattiakaivon vuodoista rakenteisiin (kuvio 14). Monet vuodoista levisivät viereisiin huoneisiin samoin kuten seinävaurioissa. Maavaraisen lattian kyseessä ollessa, oli hankalaa erottaa maasta nousevan kosteuden tai putkivuodon osuutta kokonaisvaurion osuudesta. Muovimaton sauman vuoto tai liitos kaivoon aiheutti vaurion alustan yläpuoliseen kiinnityssiimaan (Pirinen 2006, 59, 61.)



PESUTILOJEN LATTIAVAURIOIDEN AIHEUTTAJAT

- 33. Pesuhuoneen lattiakaivo vuotanut, muovimatto laajalti vaurioitunut
- 34. Pesuhuoneen lattiakaivo vuotanut eristetilaan, eristeet laajalta alueelta vaurioituneet
- 35. Puulattiassa oleva vessan lattiakaivo vuotanut, puurakenteet vaurioituneet
- 36. Pesuhuoneen lattian muovimaton saumat vuotaneet, matto vaurioitunut
- 37. Lattian kaato seinään päin, vuoto liitoksesta lattian alle

Kuvio 14. Pesutilojen lattiavaurioiden aiheuttajat suuruusjärjestyksessä (Pirinen 2006, 61.)

Kosteusvaurioituneen pesutilan mikrobivauriosta pääsee muihin huonetiloihin epäpuhtauksia kun ilmanvaihto toimii väärään suuntaan suhteessa pesutiloihin. Asuintiloissa sisäilman paineolosuhteet tulisi olla niin, että ilmavirran suunta on oleskelutiloista ns. likaisiin tiloihin päin eli pesu- ja saniteettitiloihin, eikä sitä saa käyttää palautus- tai kiertoilmana. Näin valitettavasti tapahtuu varsinkin painovoimaisella ilmanvaihdoilla varustetuissa taloissa. Rakennuksen sisäiset paine-erot saattavat johtaa siihen, että esimerkiksi alakerran poistoilmaventtiili muuttuukin tuloilmaventtiiliksi ja ilma poistuu

alakerran suihkutiloista portaikon kautta yläkerran oleskelutiloihin. Erityisesti talot, joihin on rakennettu jälkeinpäin matala, pesutilat sisältävä elintasosiipi, ovat herkkiä tämän tyyppiselle väärinpäin toimivalle ilmanvaihdolle (Pirinen 2006, 61; RakMK D2/2010, 12)

3.3.7 Vesikatto ja yläpohjat

Yläpohjien vaurioista suurin osa johtuu vesivuodoista ja eniten niitä esiintyy läpivienneissä ja jiireissä. Myös loivien kattojen kallistuksien vajavaisuus ja lammikoituminen sekä kattokaivojen tukkeutuminen ja jäätyminen ovat tyypillisiä vaurion aiheuttajia. Yläpohjjavaurioiden osuus pientalojen kosteusvaurioista oli Pirisen tutkimuksen (Pirinen 2006, 72) mukaan 21 %. Pientaloissa esiintyvistä yläpohjien kosteusvaurioista vesikatteiden vuotojen osuus on lähes 70 % ja huonosti tuulettuvan yläpohjan 21 %. Osa yläpohjan vuotovaurioista on vaikeasti havaittavissa ja hankala selvittää, koska vuotovesi saattaa lammikoitua ja jäädä yläpohjan muovisen höyrynsulkumuovin päälle näkymättä huonetilan sisäkatossa. Tasakattojen osuus pientaloissa alkaa olla siinä määrin pieni, että niiden osuus yläpohjjavaurioissa ei ole enää merkittävä. (Pirinen 2006, 57, 72.)

Varsinkin vinoilla ja jyrkillä katoilla työvirheiden alttius kasvaa hankalien työasentojen ja työpisteen vaativan sijainnin vuoksi. Välikattotila saattaa olla ahdas ja läpivientien asentamiseen tarvittavien työkalujen ja tarvikkeiden saaminen työpisteelle voi olla työlästä. Toisinaan läpiviennin lopullinen tiivistäminen joudutaan tekemään elastisilla massoilla ja kiteillä kun valmiita läpivientikappaleita ei käytetä tai niitä ei ole saatavilla.

Koska vesikatteen läpiviennit sekä liitokset ovat sääolosuhteiden takia erittäin kovien rasitusten alaisia, tulisi asennuksen ja siihen käytettävien tuotteiden olla käyttötarkoituksen mukaisia ja niiden kuntoa tulisi säännöllisesti tarkkailla (kuva 2).



Kuva 2. Kovettunut ja vuotava tuuletusputken läpivientikappale bitumikatolla (Sell 2013, 31)

Yläpohjan tuuletuksen puutteet liittyvät usein harjakattoisissa rakennuksissa vesikatteen tuuletuksen katkeamiseen räystäällä. Vesikatteen alapuolinen tila pitäisi tuulettua koko räystään matkalta, jättämällä tuuletusrako seinän ja katon liittymäkohtaan. Tämä on usein vuorattu umpeen julkisivusaneerauksen yhteydessä tai tukittu kun ullakolle on tehty lisärakentamista. Usein kosteusvauriot paljastuvat kevättalvella tai syksyllä kun sääolosuhteet muuttuvat vuorokauden aikana merkittävästi ja vesikatteen alapintaan tiivistyy kosteutta. Erityisen alttiita vaurioille ovat rakennukset, joiden vesikaton lappeet ovat pohjois-etelä suunnassa. Tällöin pohjoispuolen lappeella saattaa olla lunta kun taas etelän puoleinen lape on lumesta vapaa. Tilanteessa pohjoislappeen alaosaan tiivistyy kosteutta kun etelän puolen lämmin ilma virtaa kylmälle pohjoislappeelle huolimatta siitä, että tuuletus olisi kunnossa (Kärki ym. 2007, 36–37.) (kuva 3).



Kuva 3. Pohjois-etelä suuntainen yläpohja, jossa pohjoislappeen ruodelauditus kosteusvaurioitunut osittain myös puuttuvan tuuletuksen johdosta (Mäntynen T, 2014a)

Yläpohjien höyrysulkumuovien ja saumojen huolimattomasti tehty työ aiheuttaa epätiiveyskohtia, joista virtaa ilmaa yläpohjatilaan. Toisaalta koneellisessa poistoilmavaihtojärjestelmässä rakennusmateriaaleista irtoavat epäpuhtaudet ja kosteusvauriomikrobit virtaavat huonetiloihin. Tyypillistä on ollut esimerkiksi ilmanvaihtokanavien ja sähköasennuksien läpivientien tekeminen puhkaisemalla puukolla höyrysulkumuoviin liian iso reikä, jota ei ole kuitenkaan jälkeensä tiivistetty (Kärki ym. 2007, 37.)

3.4 Kosteudenhallinta kiinteistön käytössä ja sen käyttöympäristössä

Rakennuksien käyttötavat ja -tottumukset ovat avainasemassa, kun mietitään niiden elinkaarta ja käyttöikä. Rakennukset vaativat säännöllistä huoltoa ja teknisiä toimenpiteitä pysyäksään käyttötarkoituksen mukaisessa kunnossa. Ihmiset, yritykset ja yhteisöt sijoittavat merkittäviä pääomia rakennuksiin, mutta saattavat jättää niiden huollon ja korjaukset oman onnensa nojaan, sekä käyttää rakennusta niin, että sen rakenteet ja tekniset järjestelmät eivät sitä kestä. Toisaalta alle kymmenesosan omakotitalon hinnasta maksavan auton huolto saatetaan tehdä kahdesti vuodessa ja katsastus tehdään vuosittain.

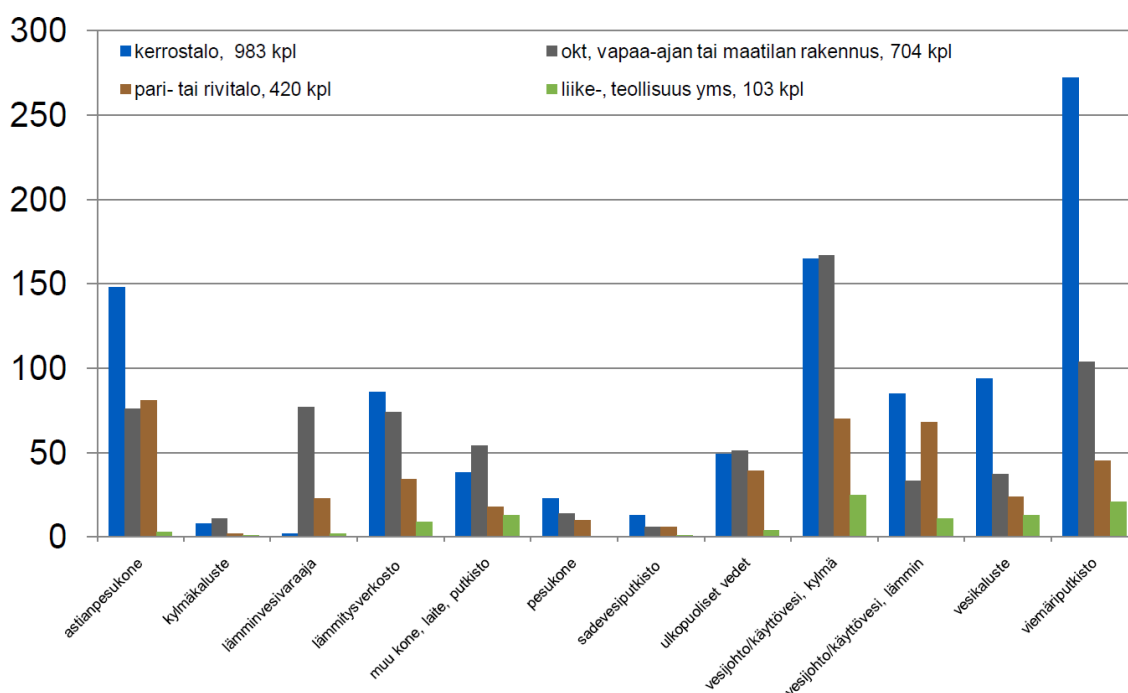
Rakentamisvaiheen jälkeen kosteusvaurioita ehkäisevistä toimista tärkein on kiinteistön kokonaiskosteudenhallinta. Siihen liittyy käyttövesitottumusten- ja tapojen vaikutusten ymmärtäminen sekä kiinteistönhoito aina piha-alueiden hoidosta teknisiin järjestelmiin.

3.4.1 Vesi- ja viemärijärjestelmät

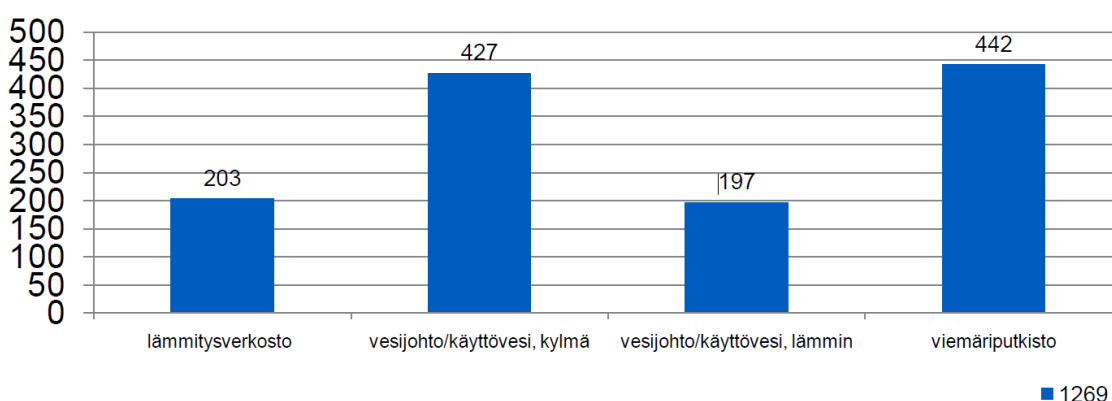
Suomen rakennuskanta on verrattain nuorta, kuten myös laajempia alueita palvelevat vesi- ja viemärijärjestelmät. Rakennuskannastamme on kerrosalan mukaan rakennettu 1960–2010 välisenä aikana 77 % (Rakennusperintö 2014.) Asumiseen liittyvien talousvesijärjestelmien kehityksestä kertookin se, että vielä vuonna 1948 Kurikassa mainostettiin paikallisessa lehdessä vesijohtoverkon puisia putkia, joilla saatettiin rakentaa jopa kolme kilometriä pitkiä puuputkilaitoksia (Juuti & Rajala 2013, 48.)

Suomalaisen nelihenkisen perheen vuosittainen vedenkulutus on 170 – 248 m³, josta peseytymiseen käytetään 39 % (Järvenpään Vesi 2014.) Kun peseytymiseen käytetään tämän tyyppisessä perheessä minimitasolla yli 60 000 litraa vettä, on selvää että sen hallittu ohjaaminen viemäreihin nousee rakennuksen rakenteiden kannalta erittäin tärkeäksi. Rakenteisiin kohdistuvat rakennuksen sisäpuoliset kosteusrasitukset jo silkkana fyysisenä vetenä asettavat rakennuksien käyttäjille selkeitä vaatimuksia sen suhteen, miten vettä päivittäin käsitellään.

Finanssialan keskusliitto teetti vuotovahinkoselvityksen seurantatutkimuksena vuosina 2007–2008. Selvityksen taustalla oli hälyttävästi kasvaneet vuotovahinkojen korvausmäärät. Kun 2002 korvattiin vuotovahinkoja 94,2 miljoonalla eurolla, päästiin 134,7 miljoonaan euroon jo vuonna 2008. Lähes puolet vuotovahingoista oli tapahtunut kerrostaloissa ja niistä suurin osa kohdistui putkistoihin (kuviot 15 ja 16). Yleisin vuotovahingon syy oli mekaaninen rikkoutuminen tai korroosio ja vuotovahingot jakaantuivat tasaisesti muovisiin, kuparisiin ja rautaisiin putkiin. Vesijohtojen osalta korroosion aiheuttamia vuotovahinkoja ylä-, väli- ja alapohjissa oli lähes 50 % (Finanssialan Keskusliitto 2009, 1.)

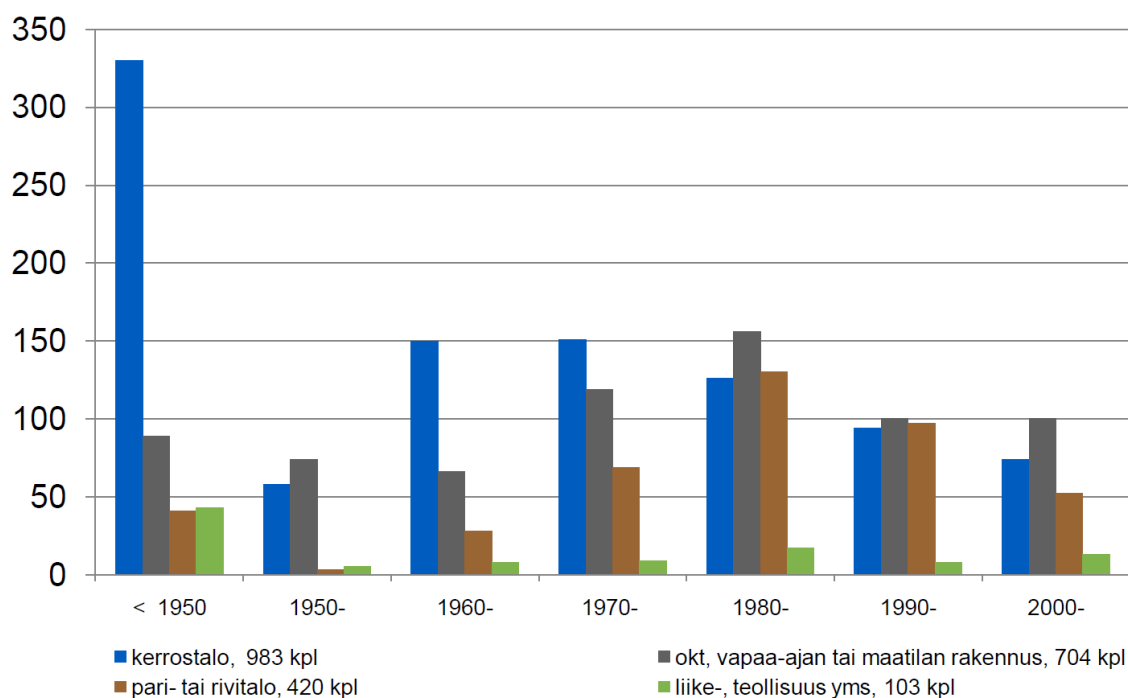


Kuvio 15. Vuotovahinko rakennustyypeittäin ja kohteittain (Finanssialan Keskusliitto 2009,19)



Kuvio 16. Vuotovahinkojen rikkoutumisen kohteet (Finanssialan Keskusliitto 2009, 26)

Katsottaessa vuotovahinkoja suhteessa rakennusten ikäjakaumaan, huomataan selvästi, kuinka kerrostalojen kohdalla 1960- ja 1970-luvun rakennukset muodostavat lähes yhtä suuren volyymin kuin ennen 1950-lukua rakennetut kerrostalot (kuvio 17). Omakotitalojen, vapaa-ajan asuntojen ja maatalarakennusten kohdalla vuotovahinkojen nousu suhteessa rakennusten ikään on toisenlainen. Niissä vahinkojen huippu ajoittuu yllättäen 1980-luvun taloihin ja vuotovahinkojen taso ei ole 2000-luvullakaan laskenut alle 1950- ja 1960-luvun rakennusten (Finanssialan Keskusliitto 2009, 11.) Tähän voi vaikuttaa pesukoneiden, pesutilojen sekä lämmitysjärjestelmien putkistojen tuominen asuintiloihin 1960 – ja 1970-lukujen taitteessa.



Kuvio 17. Vuotovahingot rakennustyypeittäin ikäjakauman mukaan (Finanssialan Keskusliitto 2009, 11)

Edellä olevista kuvioista käy selvästi ilmi, miksi esimerkiksi kerrostalojen linjasaneeraukset työllistävät nykypäivänä rakennusalalla niihin erikoistuneita osaajia. Lisäksi kerrostaloissa tapahtuvat vuodot aiheuttavat usein vaurioita myös ympäröiviin asuntoihin ja varsinkin vuotokohdan alapuolella oleviin tiloihin. Tästä johtuen vuotovahingon vaikutus sekä korjauksen laajuuden suhteen ja taloudellisesti on merkittävä. Linjasaneeraus onkin monesti paras ja ehkä ainoakin tapa hoitaa ja ehkäistä kerrostalon kosteusvaurioita taloudellisimmin. Toisaalta samat kriteerit koskevat osaltaan myös pientalojen vanhoja lämmitysjärjestelmän putkia, jotka sijaitsevat kosteissa rakenteissa.

3.4.2 Ilmanvaihto

Rakennuksen päivittäisen käyttöön liittyy olennaisena osana ilmanvaihto. Yksinkertaistettuna sen tarkoitus on tuoda sisätiloihin puhdasta ilmaa ja poistaa sieltä likaista ilmaa. Mikäli toinen tai molemmat näistä perustoiminnoista eivät toteudu, sisäilman epäpuhtauksien määrä nousee korkeaksi. Epäpuhtauksia sisäilmaan tulee monesta lähteestä ja niitä ovat esimerkiksi ihmisten aineenvaihdunnan tuottamat kaasut, rakennusmateriaalien haihtuvat yhdisteet, kosteusvaurioiden mikrobit ja huonekalujen sekä tekstiilien haih-

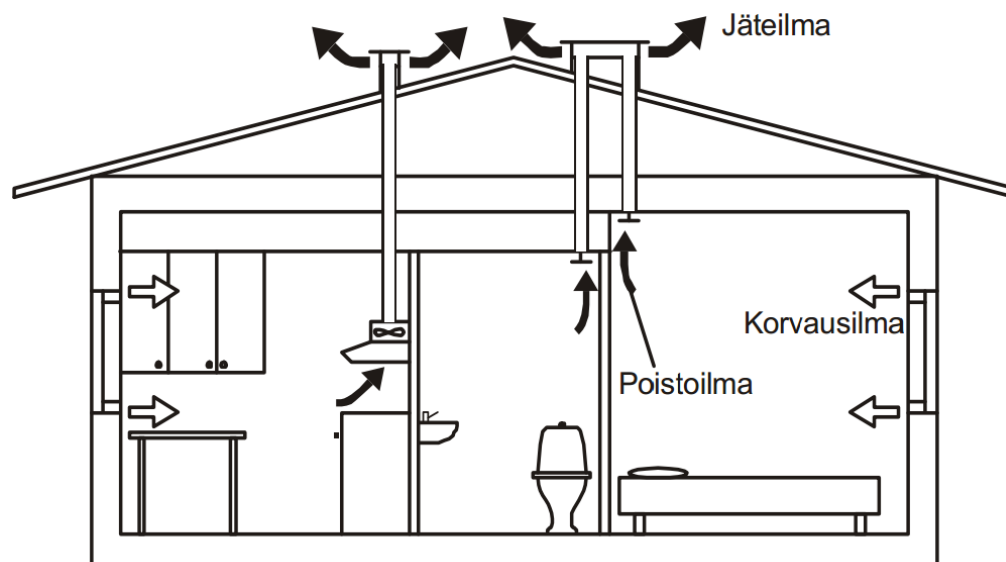
tuvat yhdisteet, ulkoilman epäpuhtaudet. Ilmanvaihto on siis suorassa tai välillisessä vaikutuksessa niihin tekijöihin, jotka aiheuttavat terveyshaittaa sisätiloissa.

Tyypillinen amerikkalainen ihminen viettää erään arvion mukaan jopa 90 % elämästään sisätiloissa (Tourula & Rautio 2014, 7.) Koska tiloissa olevien ihmisten altistusaikaa ei yleensä voida laskea, jää ilmanvaihdon tehostaminen yleensä ainoaksi keinoksi vähentää sisätilassa olevien epäpuhtauksien määrää silloin, kun rakenne- ja materiaalitekniisiin toimenpiteisiin ei ryhdytä. Toisaalta taas ilmanvaihto voi olla myös terveyshaitan aiheuttaja. Kanaviston puhtaus ja tasapainotus paine-erojen suhteen ovat tärkeitä lähtökohtia terveellisen ja viihtyisän sisäilman luomiseksi (Asumisterveysopas 2009, 56.)

Ilmanvaihto voidaan järjestää koneavusteisesti tai ilman koneita, jolloin ilman paine-erot erot liikuttavat ilmaa rakennukseen ja sieltä pois. Painovoimainen ilmanvaihto perustuu sisä- ja ulkoilman väliseen paine- ja lämpötilaeroon. Ilma saadaan liikkeelle paine-erojen pyrkiessä tasaantumaan korkeammasta painetilasta matalampaa päin. Perinteisessä painovoimaisessa ilmanvaihdossa ei käytetä puhallinmoottoreita ilmavirtojen liikuttamiseen ja sen etuna onkin helppokäyttöisyys, koska huollettavia koneita ei ole. Ainoastaan poistoilmalle on omat kanavat ja tuloilma tulee vuotoina rakenteiden läpi ja sen epäjatkuvuuskohdista sekä erityisistä korvausilma-aukoista tai -venttiileistä (kuvio 18). Kerrostaloissa voidaan käyttää yhteiskanavaa, jossa kaikki asunnot on liitetty samaan kanavaan.

Painovoimaisen ilmanvaihdon ongelmana on sen toimivuuden riippuvuus sääolosuhteista. Suomen eri vuodenajat poikkeavat toisistaan rajusti juuri lämpötilan suhteen, joka on yksi perustekijä painovoimaisessa ilmanvaihdossa. Lämpiminä päivinä ulkoilman lämpötila on sama kuin sisäilman. Kun tähän liitetään tyyni, tuuleton sääolosuhde, ei ilman liikettä paine-erojen synny, eikä ilma vaihdu rakennuksessa. Tällaisessa tilanteessa saat- taa käydä niin, että ilma virtaakin poistoilmakanavista väärään suuntaan eli sisäänpäin. Talvella taas painovoimainen ilmanvaihto toimii liiankin hyvin. Kylmää ja vähän kosteutta sisältävää ilmaa virtaa sisään jopa siinä määrin, että se voi aiheuttaa vedon tunnetta. Vaikka kylmän ilman virtaamista sisätiloihin pyrittäisiin säätelemään, saattaa se siltikin olla vielä liian kylmää oleskelualueelle saapuessaan (Ketola 2014, 17–19.)

Ilmanvaihtoratkaisultaan painovoimaiseksi suunniteltu talo on usein suunniteltu myös asumiseltaan erilaiseksi kuin nykypäivän tai vaikka muutaman vuosikymmenen takaiset talot. Veden käyttö ja on oleellisesti erilaista kuin ennen ja sitä kautta kosteuslisä saattaa olla melkoinen sekä sisäilmaan, että rakenteisiin ja aiheuttaa täten painovoimaiselle ilmanvaihdolle haasteita.



Kuvio 18. Painovoimaisen ilmanvaihdon toimintaperiaate (Alanne 2011, 28)

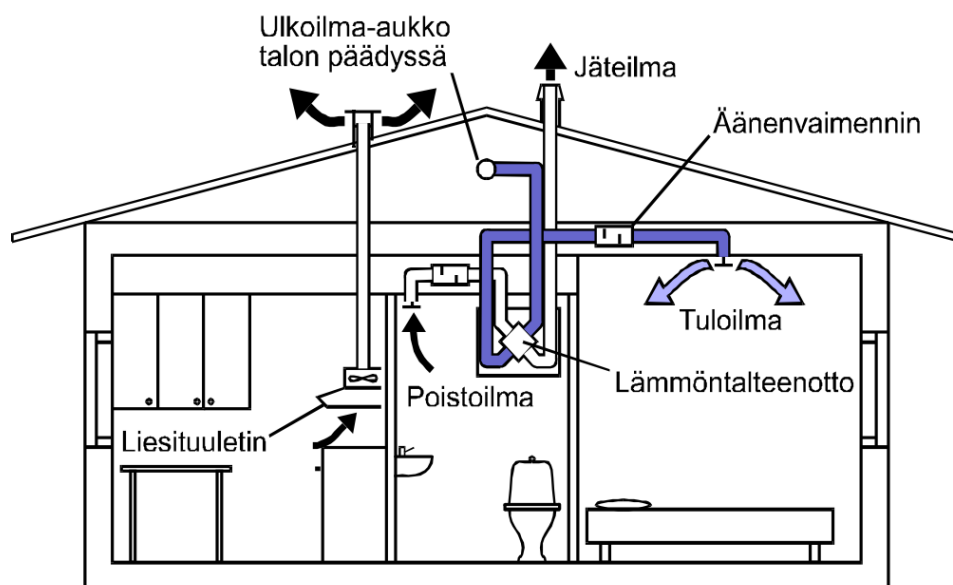
Koneellisessa ilmanvaihdossa huolehditaan ilmavirtojen liikkumisesta rakennukseen ja sieltä pois tiloihin asennettujen ilmanvaihtokanavien avulla. Kanaviston ilmavirrat saadaan aikaan käyttämällä moottoripuhaltimia, joiden avulla voidaan myös säädellä ilmavirran suuntaa ja voimakkuutta. Koneellinen ilmanvaihto voidaan karkeasti jakaa kahteen järjestelmään, koneelliseen poistoilmavaihtoon ja koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon.

Koneellisessa poistoilmanvaihdossa rakennuksesta poistetaan sen epäpuhdas, ”käytetty” sisäilma koneellisesti poistoilmakanaviston kautta. Puhaltimena on usein ns. huipputimuri. Syntynyt alipaine saa aikaan sen, että puhtaampaa korvausilmaa tulee rakennukseen poistoilmaventtiileistä, ikkunoiden ja ovien korvausilmaraoista sekä rakennuksen vaipan epätiivetyksistä. Koneellinen poistoilmanvaihdon säätämiseen ei vaikuta sääolosuhteiden muutokset ja se toimii vuodenaikasta riippumatta.

Koneellisen poistoilmajärjestelmän ongelmana on tuloilman saattaminen oleskeluvyöhykkeelle niin, että lämmittämättömän kylmän tuloilman aiheuttamaa vedon tunnet-

ta ei esiintyisi. Korvausilma tuodaan ulkoa yleensä puhdistamattomana, koska sen suodattaminen on hankala järjestää. Tämä lisää sisäilman epäpuhtauksia (Köykkä 2013,11.) Lisäksi poistoilman mukana tuhlataan energiaa, joka on mennyt asuintilojen lämmittämiseen.

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto eroaa koneellisesta poistoilmanvaihdosta siinä, että myös korvausilma tuodaan puhaltimen avulla sisätiloihin (kuvio 19). Tuloilmalle ja poistoilmalle on omat kanavistot ja tuloilmaa voidaan jakaa puhtaisiin tiloihin hallitusti. Likaista poistoilmaa vastaavasti saadaan poistettua tarvittavista tiloista riittävässä määrin. Puhallustehoja tuloilman ja poistoilman välillä muuttamalla, voidaan vaikuttaa sisätilojen ilmanpainesuhteisiin suhteessa ulkoilmaan. Pysyvien painesuhteiden toiminnan edellytyksenä on tiivis ulkovaipparakenne. Yleensä painesuhteissa pyritään siihen, että poistamalla enemmän ilmaa rakennuksesta, kuin sinne tuodaan, saadaan sisätiloihin aikaiseksi lievä alipaine. Tällöin sisäilman kosteus poistuu hallitusti poistoilmakanaviston kautta, eikä pääse tunkeutumaan rakenteisiin.



Kuvio 19. Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon toimintaperiaate (Alanne 2011, 29)

Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon hyvä puoli on energiatehokkuus lämmöntalteenoton vuoksi. Siinä poistoilmasta otetaan talteen sisäilman lämpö ja lämmitetään sillä tuloilmaa. Myös ulkoilman epäpuhtauksien suodattaminen ennen kuin se pääsee sisälle, on selkeä etu muihin ilmanvaihtojärjestelmiin verrattuna. Suodattimia on karkeasuodatin, sähkösuodatin ja HEPA-suodatin pienille partikkeleille ja kemiallinen suodatin kaa-

sumaisille yhdisteille. Tällä järjestelmällä ja suodattimilla tuodaan sisätiloihin hallitusti esilämmitettyä ja puhdistettua ilmaa. Haittapuolena on järjestelmän huollon tärkeys. Mikäli suodattimia ei vaihdeta riittävä usein ja kanavistoja nuohota, sisäilman laatu heikkenee. Lisäksi ilmanvaihtokoneen arkikäyttö pitäisi hallita, jotta ilmanvaihtuvuus pysyisi hyvällä tasolla.

Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon luulisi olevan se ainoa ja oikea tapa tuottaa sisätiloihin puhdasta ilmaa ja samalla hallita asuintilojen ilmanpainesuhteita niin, että haitallista kosteuslisää ei pääsisi rakenteisiin. Itä-Suomen yliopistossa 2010 tehty tutkimus kuitenkin asettaa hieman kyseenalaiseksi koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon ylivoimaisuuden näissä asioissa verrattuna vaikka painovoimaiseen ilmanvaihtoon. Tutkimuksen mukaan koneellisella ilmanvaihdolla varustetuissa asunnoissa ei saavutettu merkittävästi parempaa sisäilman laatua kuin painovoimaisella toteutetuissa asunnoissa. Osasyynä tähän Hurmeen mukaan oli koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän huollon laiminlyönti. Nimittäin kaikki tutkimuksessa mukana olleet ilmanvaihtojärjestelmät toimivat puutteellisesti. Tavallinen syy ilmanvaihdon puutteisiin oli järjestelmien ja laitteiden virheellinen käyttö tai huollon laiminlyönnit (Hurme 2010, 53–54)

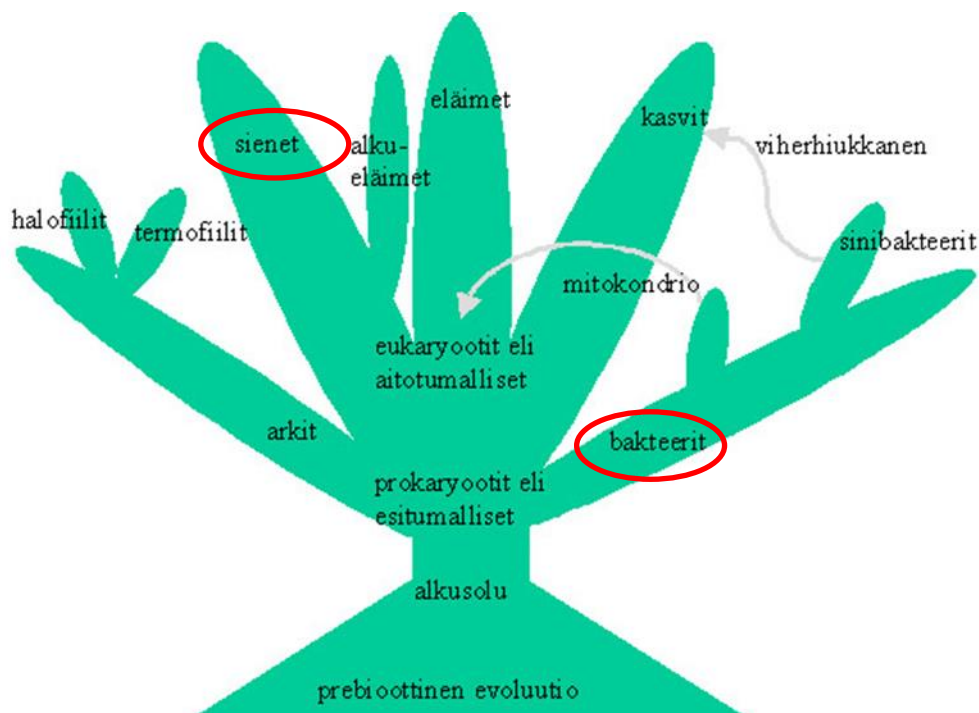
Ilmanvaihto on yksi tärkeimmistä sisäilman laatuun vaikuttavista tekijöistä. Ilmanvaihdossa pelkkään tekniikkaan ja automaatioon luottaminen ilman, että on ymmärrystä ilmanvaihtolaitteistojen huoltotarpeista ja arkikäytön vaikutuksista sisäilmaan, on hie- man arveluttavaa. Ei voi välttyä ajatukselta, että ilmanvaihdon osalta se tärkein on hie- man unohtunut energiatehokkuuden kiilatessa kärkeen, nimittäin puhdas sisäilma.

4 MIKROBIT KOSTEUSVAURIOISSA

4.1 Mikä on mikrobi?

Sivistyssanakirjan mukaan mikrobi on pieneliö, joka koostuu yhdestä tai muutamasta harvasta solusta ja se on yleisnimitys, joka kuvaa eliöiden pienuutta. Sana mikrobi juontuu kreikan kielen sanoista mikron (pieni) ja bios (elämä). Mikrobit ovatkin pieneliöitä, jotka eivät näy paljain silmin ja niitä ovat virukset, bakteerit, sienet, levät ja alkueläimet. Kosteusvaurioihin yhdistettävät mikrobit ovat yleensä bakteereita, hiivoja, sieniä sekä viimeaikaisten tutkimusten mukaan myös alkueläimiin kuuluvat amebat. (Yli-Pirilä 2009, 51.)

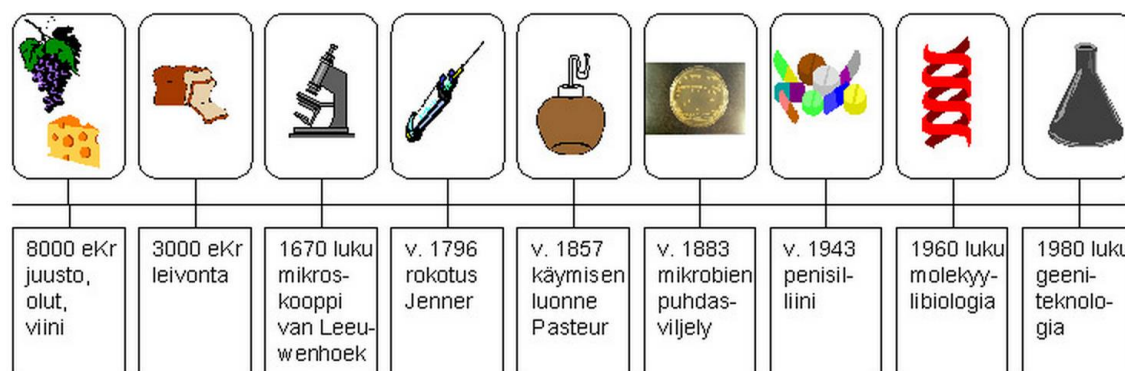
Kosteusvauriomikrobit voidaan terveyshaittojen perusteella karkeasti jakaa bakteereihin ja sieniin. Ne nimetään niin, että ensimmäinen nimi on suvun nimi ja jälkimmäinen lajin nimi esim. homesieni *Aspergillus flavus*. Bakteerien ja sienten välinen ero käy hyvin ilmi ns. eliökunnan sukupuusta. Siinä nähdään kuinka bakteerit jakautuvat esitumallisista haaroista ja sienet ovat kehittyneempinä ylempänä aitotumallisten joukossa (kuvio 20).



Kuvio 20. Eliökunnan sukupuu (Järvelä, Kinnari 2002).

Koska mikrobeja on kaikkialla maapallolla ja niiden kyky sopeutua erilaisiin olosuhteisiin on yliverlainen, on ihmisten vuorovaikutus mikrobien kanssa jatkuvaa. Me hyödyimme mikrobeista monessa mielessä, mutta ne voivat olla myös eri tavoin haitallisia ihmiselle. Kun mikrobit toisaalta ovat tärkeitä ihmiskehon toiminnan ja vastustuskyvyn kannalta, toisaalta ne aiheuttavat myös sairauksia. Mikrobipitoisen pölyn tai ilman hengittämisestä voi seurata terveyshaittoja.

Mikrobien tutkimuksen voidaan katsoa alkaneen jo 1600-luvulla ja tällä hetkellä mikrobien erilaisia hyödyntämistarkoituksia esimerkiksi lääketieteessä ja ympäristötekniikassa tutkitaan jatkuvasti (kuvio 21). Tästä hyvänä esimerkkinä Euroopan tutkimusneuvosto (ERC) myönsi 2014 tammikuussa Jyväskylän yliopiston bio- ja ympäristötieteiden laitoksen tutkija Marja Tirolalle 2,0 miljoonan euron avustuksen tutkimukseen ilmakseen kasvihuonekaasujen määrää säätelevien mikrobien toiminnasta maaperässä, vesistöissä ja kasvien sisällä täysin uusin keinoin.



Kuvio 21. Mikrobiologian kehitys (Järvelä, Kinnari 2002).

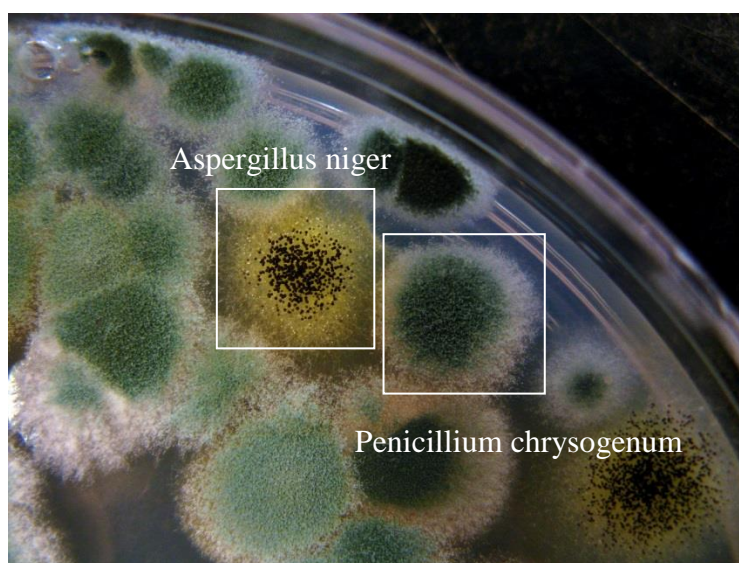
Kosteusvauriomikrobien hiukkaskoko on tavallisimmin 1 – 10 μm ja tästä syystä pienimmät itiöt leijuvat ilmassa pitkään ja päätyvät näin syvälle hengitysteihin. Isommat ja raskaammat itiöt laskeutuvat nopeammin pinnoille, eivätkä yleensä pääse hengitysteiden yläosia syvemmälle. (Meklin ym. 2008, 16.)

1992 esiteltiin kansainvälisesti ensimmäisen kerran ns. Baarnin listaus kosteusvaurioindikaattorimikrobeista. Nämä mikrobit indikoivat rakennuksen rakenteiden epänormaalia kastumista ja antavat täten aihetta epäillä, että rakenteissa on jonkin asteinen kosteusvaurio. Tätä listaa on täydennetty Työterveyslaitoksen ja Terveystieteiden tutkimuskeskuksen la-

toksen tuloksilla (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 81.) Koska mikrobeja on luonnostaan ilmassa ja täten rakennuksissa, voidaan myös tavanomaisten mikrobien suuria pitoisuuksia pitää indikaattoreina kosteusvaurion olemassa olost. (Sisäilmayhdistys 2008a.)

Mikrobien jaottelua ja erottelua eri ryhmiin voidaan tehdä kasvuvaatimusten ja lisääntymisen perusteella. Kasvuvaatimuksien mukaisesti jaotteluperusteina ovat happi-, kasvulämpötila-, ja vesiaktiivisuusvaatimus. Sienet ovat aerobisia mikrobeja, jotka tarvitsevat happea kun taas bakteereissa on lajeja, joille happi on myrkkyä (Leivo 1998, 40.) Lisääntymistavan mukaan sienet ja bakteerit eroavat toisistaan melkoisesti. Bakteerit ovat alkeistumallisia, yksisoluisia eliöitä, jotka yksinkertaisesti lisääntyvät jakaantumalla kun taas sienet lisääntyvät itiöivän rihmaston avulla. Bakteereissa on tosin sienten kaltaisia aktinomykeettejä eli sädesieniä jotka muodostavat rihmaston ja itiöitä. (Päkkilä 2012, 17.)

Kansankielinen nimitys home tarkoittaa näkyvää rihmastoa muodostavaa sientä. Se näkyy nukkamaisena pesäkkeenä tai mattona kasvualustallaan (kuva4). Kuitenkin suurin osa homeeksi nimitetyistä sienistä on epätäydellisiä, suvuttomasti kuromaitiöiden kautta lisääntyviä vaaleita tai tummia rihmastoja. Kun värimaailma muuttuu kirkkaan vihreän, sinisen, keltaisen, kullanruskean tai punaisen sävyihin, on se seurausta itiöinnistä ja massiivisesta itiömäärästä. (Leivo 1998, 39.)



Kuva 4. Kasvatusalustalla *A. niger* ja *P. chrysogenum* (Kuva: Kathie Hodge 2011).

4.2 Homesienet

Sienet ovat hieman erikoisia eliöitä, koska ne eivät ole kasveja eivätkä eläimiä. Pitkään sieniä pidettiin kasvikuntaan kuuluvina eliöinä ja vasta 1959 tutkija Robert Whittaker erotti kuntatasolla eläinten ja kasvien rinnalle sienet (Rasinkangas, 2014.) Vaikka sienilajeja tunnetaan yli 100 000, arvioidaan vielä löytämättömiä ja tuntemattomia lajeja olevan jopa 1,5 miljoonaa (Perchtold 2013, 9.) Sienien jaotteluun on useita tapoja; rihmaston värin mukaan, lisääntymiselinten ja kehitymisasteen mukaisesti ja rihmaston muodostuksen perusteella. (Leivo 1998, 39.)

Ravintovaatimuksiltaan homesienet ovat melko vaatimattomia ja lähes kaikki eloperäinen materiaali käy energianlähteeksi. Sienet esiintyvät ekosysteemissä sekä kuluttajina, että hajottajina. Hajottajina ne ovat toisenvaraisia ja käyttävät sekä kuollutta että elävää orgaanista ainesta kuten puuta, jonka ligniini, selluloosa ja hemiselluloosa hajoavat lahoittajasienten entsyymien vaikutuksesta.

Vesi on välttämätön edellytys mikrobien kasvulle mutta sen ei tarvitse olla vapaassa muodossa. Huoneilman jatkuvan kosteuden ollessa yli 70 % RH, voivat tietyt sienet jo aloittaa kasvunsa huokoisen materiaalin pinnalla. Selluloosaa sisältävät materiaalit kuten puu, kipsilevyn pintapahvi, tapetti ovat sopivia materiaaleja kasvamiseen, mutta jo pelkkä huonepöly yhdistettynä riittävään kosteuteen riittää monille. Esimerkkinä vaikka *Aspergillus versicolor*, jonka vaatima vesiaktiivisuus on alle 0,80. Kun materiaalin vesiaktiivisuus nousee lukemaan 0,92 ja sen yli, tarjoaa se melkein mille tahansa mikrobille mahdollisuuden kasvuun ja lisääntymiseen.

Lämpötilan suhteen homesienten optimi-lämpötila on melko lakea, pienestä pakkasesta aina 40 °C:een (Leivo 1998, 40, 48.) Koska hapensaanti rakennuksissa ja rakenteissa ei yleensä ole mikrobien kasvun ja lisääntymisen kannalta ongelma, eikä sen saantia ei voida rajoittaa, tarvitaankin monesti vain riittävä kosteus ja lämpö materiaalissa, jotta mikrobikasvu voi lähteä käyntiin.

Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysoppaassa on taulukoitu kosteusvaurioon viittaavia mikrobisukuja, -lajeja ja ryhmiä (Asumisterveysopas 2009, 172.) Seuraavassa käydään läpi muutamia yleisimmin esiintyviä indikaattorimikrobeiksi lueteltua sienisukua ja –ryhmää.

4.2.1 *Aspergillus*

Aspergillus-homeita esiintyy kaikkialla elinympäristössämme vaikka *Penicillium* ja hii-vat ovatkin yleisimpiä suomalaisten rakennusmateriaalien mikrobeja. Kun sisäilman mikrobipitoisuuksien valtalajiksi nousee *Aspergillus*-suvun sieniä, on se selkeä viittaus kosteusvauriosta. Kuten *Penicillium*, on myös *Aspergillus* nopeakasvuinen laji ja var-sinkin keraamiset tuotteet, kuten maalit ja liimat ovat sen suosiossa. (Putus 2014, 22–23.)

Kymmenistä *Aspergillus*-lajeista tärkeimmät ja yleisimmin kosteusvauriokohteissa esiintyvät lajit ovat *A. fumigatus*, *A. versicolor*. Tutkittaessa eri rakennusmateriaalien mikrobipitoisuuksia *A. versicoloria* esiintyi yli 25 %:ssa maali-, liimanäytteissä sekä ke-raamissa näytteissä. On myös saatu tutkimustuloksia, joissa *A. Versicoloria* esiintyi yli 70 %:ssa tutkituista vauriokohteista. (Putus 2014, 23.)

Useat *Aspergillus*-lajit tuottavat myös toisille eliöille vaarallisia myrkyllisiä aineita eli toksiineja. (Putus 2014, Tärkeimmät mikrobisuvut.) Valitettavasti useimmissa laborato-rioissa ei pystytä varmuudella erottamaan toisistaan eri *Aspergillus*-lajeja. Koska eri alalajit aiheuttavat erilaisia terveyshaittoja, olisi tärkeää, että kosteusvauriokohteissa päästäisiin lajitason analyysiin selvittäessä vakavien terveyshaittojen syitä. (Putus 2010, 22.)

2013 keväällä päättynyt TOXTEST-tutkimushanke pyrkiikin kehittämään sisäilman pö-lynäytteille soveltuvaa toksisuuden arviointimenetelmää. Tätä olisi sitten voitu käyttää terveysvalvonnan tukena homevaurion vakavuuden arvioinnissa ja kosteusvauriokoh-teiden korjauksen suunnittelussa. Valitettavasti hankkeen lopputuloksena oli, että huo-nepölystä ei pystytä luotettavasti arvioimaan kosteus- tai homevaurion olemassaoloa. (STM loppuraportti 2013, 2.)

Aspergillus-suvun homesienet ovat nopeakasvuisia ja mallasuute-kasvatusmaljalla ne peittävätkin pian kasvualustan hitaammat homeet. Vesiaktiivisuuden noustessa alustalla korkeaksi (0,90 – 0,95) kasvaa siinä parhaiten *Aspergillus fumigatus* kun taas *Aspergil-lus versicolor* voi hyvin myös kuivemmassa ympäristössä (0,85 – 0,90). (Putus 2010, 22.)

4.2.2 *Penicillium*

Yleisin sisäilma- ja materiaalinäytteiden homesienisuku on *Penicillium* (Sosiaali- ja terveysministeriön selvitys 2009, 40.) ja sitä todetaankin pieninä pitoisuuksina lähes kaikkien rakennusten 80 %:ssa pölynäytteistä ja 47 %:ssa ilmanäytteistä. Jokapäiväisessä elämässä *Penicillium* nähdäänkin joskus leivän päällä kasvaessaan ja sen tuottama ”homeen haju” on usealle tuttu. *Penicillium* tunnetaan lääketieteen historiasta, kun bakteerimaljaan joutunut *Penicillium*–pesäkkeen erittämä aine esti bakteerien kasvun maljalla. Tästä sai alkunsa penisilliinin ja antibioottien kehittäminen. (Putus 2014, 16.)

Kosteusvaurioituneet rakenteet luovat sille otolliset kasvuolosuhteet ja saattavat myös aiheuttaa merkittäviä terveyshaittoja. *Penicillium* on primaarivaiheen home eli se on mikrobi joka viittaa tuoreeseen kosteusvaurioon ja hajottaa pienimolekyyllisiä hiilihydraatteja ja tärkkelystä. (Putus 2014, 16.)

Penicillium-lajeja tiedetään yli 500 ja ne ovat vaikeasti tunnistettavissa ja erotettavissa toisistaan ja se on allergisoiva sekä sillä on myös toksineja tuottavia kantoja. Tuula Putuksen mukaan:

Penicilliumin tuottamia toksineja tunnetaan ainakin 15 eri molekyyliä, esim. citreoviridiini, citriniini (P. citrinin, munuaisvaurioita), mykofenoli-happo, gliotoksiini, penisilliinihappo, patuliini (P. expansum), rubratoksiini (P. rubrum, maksatoksinen). sekalonihappo D (P. oxalicum, sikiövaurioita), spinulosiini (P. spinulosum), viomelleini, xanthomegniini” (Putus 2014, 16.)

Penicillium on suotuisissa olosuhteissa erittäin nopeakasvuinen ja sen kasvun voi havaita lähes paljain silmin. Esimerkiksi palovahinkokohteissa märille pinnoille voi muodostua jopa viikossa näkyvää kasvustoa. Pieni-itiöisenä ja helposti ilmassa leijuvana *Penicillium* onkin korjausrakentamisessa rakennustyöntekijöiden altistuksessa valtalaji. (Putus 2014, 16–17.)

4.2.3 Chaetomium- ja Stachybotrysta

Kummatkin näistä ovat olleet vilkkaan tutkimuksen kohteena ja kuuluvat ns. tertiaarivaiheen mikrobeihin eli ne ilmestyvät vasta pitkän ajan kuluttua vaurion alkamisesta. Ne tuottavat toksineja joiden epäillään olevan allergisoivuutta tärkeimpiä terveyshaittojen aiheuttajia. Kumpaakaan näistä ei tavata kovinkaan usein näytteistä ja niiden esiintyvyys on 5 – 10 %:n luokkaa hieman riippuen materiaalista. Tertiäärivaiheen mikrobinä *Stachybotrys* pystyy hajottamaan selluloosaa, joten sitä tavataankin kosteusvauriokohteissa kipsilevyn taustakartongilla (noin 30 % näytteistä), tapeteissa ja muissa paperipitoisissa rakennusmateriaaleissa sekä kuitu- ja lastulevyissä. (Sisäilmayhdistys 2008c. ja Putus 2014, 30–47.)

Chaetomium ja *Stachybotrysta* pystyvät kilpailemaan huonosti elintilasta primäärivaiheen kanssa. Nämä homeet ovat viittaavat pitkäaikaiseen kosteusvaurioon ja hidaskasvuisina lajeina ne saattavat jäädä kasvatusalustoilla nopeammin ja lisääntyvien ja kasvavien homeiden ja sienten alle, kuten *Penicillium*- ja *Aspergillus*-lajit. Tämä saattaa olla yksi syy tai selitys sille, miksi näytteissä niiden osuus on niin pieni. Tämän vuoksi onkin esitetty erilaisia analysointimenetelmiä, jotta näitä mahdollisesti muiden lajien alle jääviä homeita saataisiin esille. (Putus 2014, 30–47.)

4.2.4 Puutavaran sienet

Kosteusvaurioituneessa puuaineksessa esiintyy monenlaisia eliöitä, kuten bakteereja, homesieniä, katko-, rusko-, ja valkolahottajia sekä erilaisia hyönteisiä ja ne aiheuttavat puun biologisen hajoamisen, joka on luonnollinen osa puun elämän kiertoa. Jos puun kosteus on alle 18–20 %, siinä ei ole aktiivista lahottajasientä. (Turpeinen 2005, 1.)

Puutavarassa on luontaisesti homeita ja ne aktivoituvat kosteusvaurion seurauksena. Tärkeimmät puutavaran mikrobisuvut ja kosteusvaurioindikaattorit ovat *Trichoderma* eli katkolahottaja sekä *Acremonium* ja ne voivat myös kasvaa suuren sopeutumis- ja muuntautumiskykynsä vuoksi myös muulla materiaalilla. *Acremoniumia* on todettu 20 %:ssa puutavaranäytteitä kun taas *Trichodermaa* vain n.10 %:ssa. (Putus 2014, 52.)

Lahottajasienet voidaan jakaa lahottamistapansa mukaan kahteen pääryhmään: valkolahottajiin ja ruskolahottajiin. Ruskolahottajat kykenevät lahottamaan selluloosaa ja hemiselluloosaa mutta eivät ligniiniä, jolloin jäljelle jäävä ligniini antaa puulle ruskean tai kellertävän värin. Tumma ruskolaho on usein kuivan hiilimäisesti lohkeilevaa ja hajoaa sormin hierottaessa puuterimaiseksi jauhoksi. Valkolahottajat taas kykenevät hyödyntämään myös ligniiniä, joka hajotetaan usein ensimmäiseksi. Valkolaho on vaaleaa, pehmeää ja usein kosteaa. (Renvall 2002, 2.)

4.2.5 Sädesienet eli aktinobakteerit

Aikaisemmin sädesieniksi kutsutut aktinobakteerit ovat itiöitä ja rihmastoja muodostavia bakteereita, joiden ominaisuudet muistuttavat monella tavalla mikrosieniä. Niiden kasvuun liitetään usein maakellarin ja mullan haju. Aktinobakteerit ovat kasvuvuorauksiltaan hyvin sopeutuvaisia ja vaatimattomia ja niitä on useita eri sukuja ja lajeja. On todettu, että ne pystyvät kasvamaan sekä lisääntymään olosuhteissa, joissa juurikaan mikään muu mikrobi ei pysty kasvamaan kuten kuumat lähteet ja valtamerien syvänteet. Koeolosuhteissa aktinobakteerit ovat pystyneet kasvamaan pH-arvon ollessa jopa 10 ja tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että se voisi mm. betonissa. (Putus 2014, 76.)

Vaikka sädesienet osattiin yhdistää tiettyihin tauteihin jo toista sataa vuotta sitten, kosteusvaurioituneiden rakenteiden ja aktinobakteerien yhteys alkoi valjeta 1990-luvulla. Siitä lähtien on enenevässä määrin tutkittu kosteusvauriorakenteiden, homeiden ja aktinobakteerien yhteisvaikutusta terveyteen.

Kirjassaan Home ja terveys, 2014, Tuula Putus käy seikkaperäisesti ja laajalti läpi aktinobakteerien tutkimustuloksia ja viittaa myös omiin tuloksiinsa. Hän selkeästi pitää aktinobakteereita keskeisessä roolissa kosteusvaurioiden terveysvaikutuksissa ja tuo esiin aktinobakteerien vaarallisuuden moniin homeisiin verrattuna. Hän mainitsee mm. meillä niin yleisen kipsilevyn muuttavan siinä kasvavan mikrobin ominaisuuksia niin, että sen haitallisuus kasvaa sekä viittaa Murtoniemen ym. tutkimukseen 2003 ja 2005, jossa erityisen voimakkaita vasteita muutoksissa saatiin nimenomaan kierrätysmateriaalista valmistetuilla rakennuslevyillä. (Putus 2014, 77–80.)

Koska aktinobakteerit ovat kooltaan hyvin pieniä ja kulkeutuvat hengitysilmassa syvälle keuhkoihin on varsinkin kosteusvauriokohteiden purku- ja korjaustöissä suojaustason oltava korkea.

5 KOSTEUSVAUROIDEN TERVEYSVAIKUTUKSET

5.1 Kosteusvaurioiden terveyshaittojen talousvaikutukset

Eduskunnan Kansalaisinfossa marraskuu 2013 pidetyssä seminaarissa ” Sisäilma sairastuttaa - miten tuemme oireilevia ja sairastuneita ” ministeri Tuija Brax toi esiin sen kuinka montaa ihmistä sisäilmaongelmat koskettavat ja viittasi eduskunnan mietintöön asiasta. Mietinnön luvuista ministeri Brax kertoi, että ne ovat ns. varman päälle eli alakanttiin, joten todellisuudessa ihmisiä, joita home- ja kosteusvauriot koskevat on enemmän (Hengitysliitto 2013.) Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisussa sekä eduskunnan tarkastusvaliokunnan mietinnössä kerrotaan, että merkittävästi vaurioituneissa rakennuksissa asuu, oleskelee ja työskentelee kaiken kaikkiaan yli 560 000 - 800 000 ihmistä, joista pelkästään peruskoululaisia ja lukiolaisia on yli 100 000 (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2013, 8.) Voidaan siis olettaa, että terveyshaittoja kokevien määrä on ilmeisesti melkoinen jo pelkästään sen perusteella, kuinka paljon on vauriorakennuksissa altistuneita ihmisiä.

Kosteus- ja homeongelmien terveyshaittojen talousvaikutuksia kansantaloudelle on erittäin hankala arvioida. Näkökulmasta riippuen asiaa voidaan tarkastella ammattitautien osalta, työpanoksien menetyksinä, hoitokustannuksina sekä tuottavuuden menetyksinä. Kun ajatellaan, että näihin jokaiseen liittyy jo itsessään melkoisia epävarmuustekijöitä ja muuttujia, saattaa lopullisen talousvaikutuksen rahallisen hinnan minimin ja maksimin väli olla satoja miljoonia. Yhdysvalloissa on arvioitu, että kosteus- homevaurioihin liittyvät pelkät astmat maksavat 3,5 mrd. dollaria. Suomessa taas tutkimuksia ja selvityksiä taloudellisista vaikutuksista on tehty 2000-luvulta lähtien ja vasta viime vuosina ovat kosteusvauriotapausten sairastamiset ja oireilut ovat tarkentuneet väestötasoisesti niin, että taloudellisia merkityksiä voidaan arvioida. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 139–140.)

Eduskunnan tarkastusvaliokunnan asettama työryhmä arvioi terveysvaikutusten taloudelliset vaikutukset ottaen huomioon sairastapaukset, ammatti- ja työperäiset sairaudet, työkyvyttömyyseläkkeet, sairauspoissaolomenetykset, terveydenhoitomenot ja tuottavuuden menetykset. Lopputuloksena olevan kustannuksen haarukka oli melkoinen: 23

miljoonasta yhteen miljardiin euroon saakka (taulukko 1). Työryhmän arvion mukaan realistinen vuotuinen kokonaismenetys on karkeasti puoli miljardia euroa, joka itse asiassa on 10 kertaa suurempi summa kuin mitä valtiolta on viime vuosina osoittanut julkisiin korjausrakennushankkeisiin. Eduskunnan tarkastusvaliokunnan mietinnössä päästiin kustannusvaikutusten osalta 450 miljoonaan euroon. Kun huomioidaan, että kosteus- ja homeongelmat ovat kasvava ilmiö, on erittäin tärkeää saada ongelmien lisääntyminen ja sitä kautta niiden väheneminen kuriin. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 149 ja 2013, 11.)

Taulukko 1. Kosteus- ja homeongelmaan terveydellisten talousvaikutusten suuruusluokat eri tarkastelujen valossa (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 149).

Terveysteen liittyvä kustannushaarukka			
Kosteus- ja homekustannukset/v	minimi	oletus	maksimi
Sairauspoissaolot	2	250	553
Tk-eläkkeet	4	80	169
Tervydenhoito	3	80	160
Tuottavuus	14	40	71
Yhteensä, milj. €	23	450	953
Yksittäisarvioita			
Sisäilman kustannukset (Haahtela ja Reijula 2007)			1 500 milj. €
Astman kustannukset (Ikäheimo 2008), josta kosteus- ja homearvio			45 milj. €
Lyhyet sairausp.o. 1,5-kertaistuvat			403 milj. €
Kosteusvaurioon liittyvät ammattitautikorvaukset			3 milj. €

5.2 Kosteusvaurioiden terveysoireiden tutkimus

Eduskunnan tarkastusvaliokunta päätti 2011 joulukuussa käynnistää tutkimuksen, jonka tavoite oli tuottaa päätöksentekijöille sellaista tietoa, mihin pohjautuen olisi mahdollista vähentää rakennusten kosteus- ja homevaurioiden aiheuttamia terveyshaittoja ja taloudellisia menetyksiä. Sisäilmaongelmat on jo pitkään arvioitu yhdeksi maamme suurimmista ympäristöterveysongelmista ja merkittävämmäksi syyksi tähän on esitetty rakennusten kosteus- ja homevaurioita. Huolimatta erilaisista toimenpiteistä ja panostuksesta asiaan, on tilanteen jopa arvioitu pahentuvan tulevaisuudessa ja kysymys onkin merkittävästä yhteiskunnallisesta ongelmasta. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 7.)

Tilastollisen ja merkitsevän näytön esittäminen sisäilman ja terveyshaittojen yhteydestä saattaa olla pitkän ja monisyisen tien takana. Tämän osoittavat lähihistoriasta tutut as-

besti, tupakansavu, radon ja formaldehydi, joiden terveysvaarojen osoittaminen pahimmillaan kesti jopa 70 vuotta. Nyt ollaan tilanteessa, jossa yleisesti vallitsee konsensus siitä, että kosteusvaurioituneissa rakennuksissa sairastetaan keskimääräistä enemmän ja tilastollinen yhteys on osoitettu useissa tutkimuksissa ympäri maailmaa. Siitä huolimatta tietyn sisäilmassa esiintyvän mikrobilajin yhdistäminen tiettyyn terveyshaittaan tai oireeseen on ongelmallista. Tämä johtuu sisäilmamikrobien ominaisuudesta olla aiheuttamatta infektioita jolloin myöskään sairauden aiheuttajamikrobia ei löydykään sairastuneesta potilaasta, vaan etsintä on ulotettava rakennukseen. (Salonen-Salkinoja 2012, 1.)

Rakennusten sisäilmaongelmien ollessa monisyisiä, on myös niiden tutkiminen ja havainnointi mittauksin myös erittäin haasteellista. Riittävän kattavaa mittausten menetelmää ei ole ja nykyisten mittaustulosten yhdistämistä terveysvaikutusmekanismeihin ei tunneta. Selvää yhteyttä sisäilman ja materiaalien homesienillä ja bakteereilla tai mikrobivastaa-aineilla ei ollutkaan, vaikka useimpien tutkimusten mukaan esimerkiksi astma liittyy kosteus ja homevauriorakennuksiin. Kun ammattiastmaa ja sen epäilyä raportoidaan vuosittain yli 300 ja ammattinuhia noin 50, ovat ne vain murto-osa kaikista kosteusvaurioihin liittyvistä sairauksista Suomessa. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 10.)

Lisääntynyt tutkimus on tuonut merkittävää uutta tietoa kosteusvaurioiden ohessa esiintyneiden oireiluiden yleisyydestä ja mahdollisista aiheuttajista. Viimeisin ja laajin yhteenveto kosteusvaurioiden ja hengitysteiden sekä allergioiden yleisyydestä julkaistiin 2011 ja sen lisäksi on viime vuosina useissa tutkimuksissa analysoitu kosteus- ja homevaurioiden yhteyttä hengitystieoireisiin. Eduskunnan tarkastusvaliokunnan selvityksessä esitetään epidemiologisen tutkimuksen näyttö kosteusvaurioiden yhteydestä sairauksiin (taulukko 2). Siitä käy ilmi, että minkään sairauden tai oireen kausaalista yhteyttä kosteus- ja homevaurioihin ei ole voitu tutkimuksissa varmistaa. Kuitenkin WHO:n tutkijaryhmä on 2009 todennut, että kosteusvaurioissa voimakas altistuminen vauriomikrobeille lisää merkittävästi oireilua. Lisäksi kosteus- ja homevaurioiden ennaltaehkäisy sekä rakennusten korjaus vähentävät sairastumisriskiä. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 90–91.)

Taulukko 2. Kosteus- ja homevaurioihin liittyvät terveysvaikutukset epidemiologisten tutkimusten ja systemaattisten kirjallisuuskatsausten mukaan (ET = ei tutkittu), (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 91).

Sairaus tai oire	IOM:n johtopäätös (2004)	WHO johtopäätös (2009)	Mendell ym. (2011) johtopäätös
Astman paheneminen	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö (vahva viite aiheuttamisesta)
Astman syntyminen	Rajallinen tai viitteellinen näyttö	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö
Yskä	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö
Hengityksen vinkuminen	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö
Hengenahdistus	Rajallinen tai viitteellinen näyttö	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö
Ylempien heng. teiden oireet	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö	Riittävä näyttö
Allerginen nuha	ET	Rajallinen tai viitteellinen näyttö	Riittävä näyttö
Hengitystieinfektiot	ET	Riittävä näyttö (paitsi välikorvan tulehdus)	Riittävä näyttö
Keuhkoputkentulehdus	ET	Rajallinen tai viitteellinen näyttö	Riittävä näyttö
Homepölykeuhko	(Yhteys perustuu kliiniseen näyttöön)	(Yhteys perustuu kliiniseen näyttöön)	Riittämätön näyttö
ODTS	Riittämätön näyttö	Riittämätön näyttö	ET
Maha-suolisto-oireet	Riittämätön näyttö	ET	ET
Heikotus	Riittämätön näyttö	ET	ET
Neuropsykologiset oireet	Riittämätön näyttö	ET	ET
Syöpä	Riittämätön näyttö	Riittämätön näyttö	ET
Reuma ja muut immuunologiset sairaudet	Riittämätön näyttö	Riittämätön näyttö	ET
Lisääntymisterveys	Riittämätön näyttö	Riittämätön näyttö	ET

Tietoa ja tutkimusta kosteusvaurioiden ja niistä johtuvien oireiden yhteydestä on yllin kyllin. Kyse on pikemminkin siitä, kuinka ne pystytään viemään terveydenhuoltoon, rakentamiseen ja korjaamiseen sekä päätöksenteosta ja valvonnasta vastaavien tahojen käyttöön niin, että voidaan muodostaa selkeä näkemys ja toimintamalli sekä ehkäisemään kosteusvaurioita ja korjaamaan niitä oikein.

5.3 Kosteusvaurioiden terveyshaitat

Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen verkkosivuilla kerrotaan, ettei syy-seuraussuhdetta kosteusvaurioiden ja minkään terveysvaikutuksen välillä ole varmuudella todettu. Tämä johtuu siitä, ettei vielä nykyäänkään tiedetä mitkä ovat tekijät oireiden ja sairauksien

takana. Toisaalta THL:n mukaan kuitenkin on vakuuttavaa näyttöä siitä, että kosteusvauriot aiheuttavat normaalia enemmän ylähengitystieoireita kuten yskää ja nenäoireita, hengityksen vinkunaa, hengenahdistusta sekä hengitystieinfektioita. Samoin on laita astman kanssa, koska näyttöä on, että myös altistuville kehittyy herkemmin astma tai heidän astmaoireensa pahenevat. Allergisesta alveoliitista ja allergisesta nuhasta on tutkimusnäyttöä mutta silmä- ja iho-oireista, reumasta ja muista nivelsairauksista tai neurologisista sairauksista ei ole tutkimusnäyttöä. (THL 2014, verkkosivut.)

THL:n verkkosivujen tiedot vaikuttavat hieman ehkä varovaisilta siinä mielessä, että samaan aikaan maamme alan huippututkijat esittelevät selkeästi varmempia tietoja kosteusvaurioiden terveyshaitoista omissa kommentteissaan, esityksissään ja luentomateriaaleissaan. Esimerkiksi THL:n johtava tutkija, dosentti Anne Hyvärinen kirjoittaa 2012 ilmestyneessä blogikirjoituksessaan seuraavasti:

Harva enää kiistää sen, että rakennusten kosteus- ja homevauriot aiheuttavat terveyshaittoja. Näyttö kosteusvaurioiden ja ihmisten oireiden yhteydestä on pystytty osoittamaan luotettavasti, vaikka oireisiin syyllisiä altisteita ei ole vielä kyetty nimeämään.” (Hyvärinen 2012, blogikirjoitus.)

Myös Turun Yliopiston työlääkätieteen professori Tuula Putus on kommentteissaan verrattain suora ”Astman lisäksi henkilölle voi tulla esimerkiksi nivelreuma tai homepölykeuhko” (Suomen Sisäilmakeskus Oy 2012, lehtiartikkeli.)

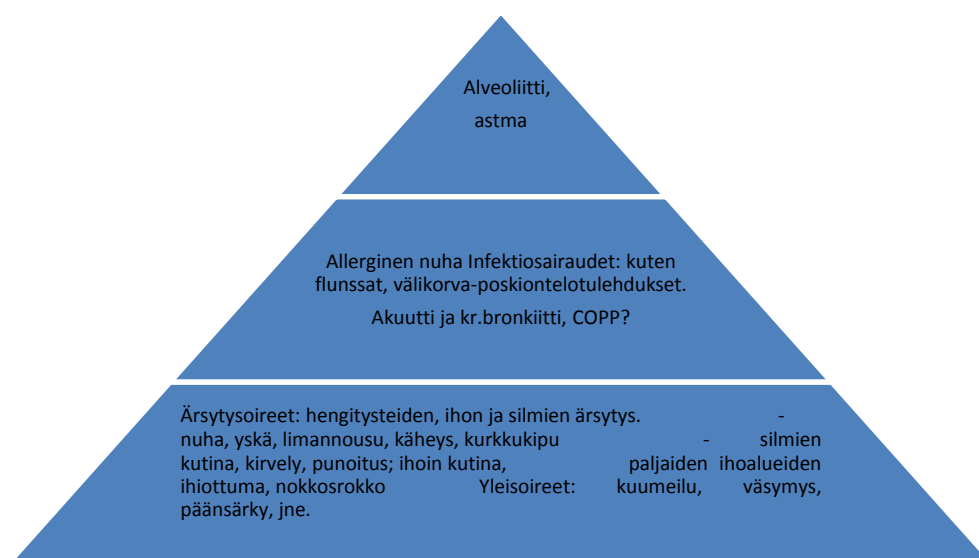
Eduskunnan tarkastusvaliokunnan 2012 julkaisemassa Rakennusten kosteus- ja homeongelmat - julkaisussa määritellään kosteus- ja homevauriorakennuksissa epäpuhtauksille altistuminen seuraavan suoran lainauksen mukaisesti:

Kosteus- ja homevauriorakennuksissa rakenteiden kostuminen ja mikrobien kertyminen rakenteiden pinnalle johtaa aikanaan siihen, että huoneen sisäilmaan siirtyy vaurioituneista rakenteista ja niissä olevista mikrobikasvustoista epäpuhtauksia, jotka voivat joutua sisätilassa olevien ihmisten silmiin, iholle ja hengitysteihin. Näin muodostuvat olosuhteet, joissa vauriorakenteista jotain kulkeutuu sisäilmaan ja edelleen kosketuksiin ihmisen elimistön kanssa. Ihmisen kontaktia tällaiseen altisteeseen sanotaan altistumiseksi.” (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 89.)

Kansankielessä altistuminen mielletään nykyään samaksi kuin sairastunut mutta lääketieteessä asia on kuitenkin toisin koska jokainen meistä alistuu päivittäin epäpuhtauksille ilman että sairastumme. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 89.)

Kosteus- ja homevauriorakennuksissa oleskelevien oireet eivät ole stabiileja ajallisesti eivätkä oireiden laadun ja voimakkuuden suhteen. Kosteusvauroin alkuvaiheessa koettujen viihtyvyys- ja hajuhaittojen jälkeen seuraa erilaisia ärsytysoireita ja yleisoireita. Altistuksen ja oireilun jatkuessa kuvaan astuvat toistuvat hengitystieinfektiot, tulehduskierteet sekä astmaattiset ja allergiset oireet (kuvio 22). Pitkään jatkuneen altistuksen seurauksena saattaa olla jopa neurologiset ja autoimmuunitaudit, mutta tähän vaaditaan yleensä 10 – 15 vuotta jatkunut altistus. (Putus 2014, 8–9.)

Bakteereita on kaikkialla ympärillämme ja myös elimistössämme, mutta tietyt bakteerit ovat kuitenkin selvästi vaarallisempia kuin toiset. Olosuhteiden muutos saattaa vaikuttaa bakteerien virulenssi eli taudin aiheuttamiskyky muuttua, jolloin sama mikrobi voi erilaisissa olosuhteissa tai eri henkilöllä muuttua normaali olosuhteissa vaarattomasta vaaralliseksi ja terveyttä uhkaavaksi. Homeisiin ja muihin sieniin pätevät samat periaatteet ja asia pitäisikin nähdä kokonaisuutena, jossa täytyy ehdottomasti huomioida rakennusten käyttötarkoitusten ja käyttöympäristöjen eroavaisuudet, kuten esimerkiksi päiväkodin ja konepajan tai sairaalan ja laitoskeittiön välillä. (Putus 2014, 7.)



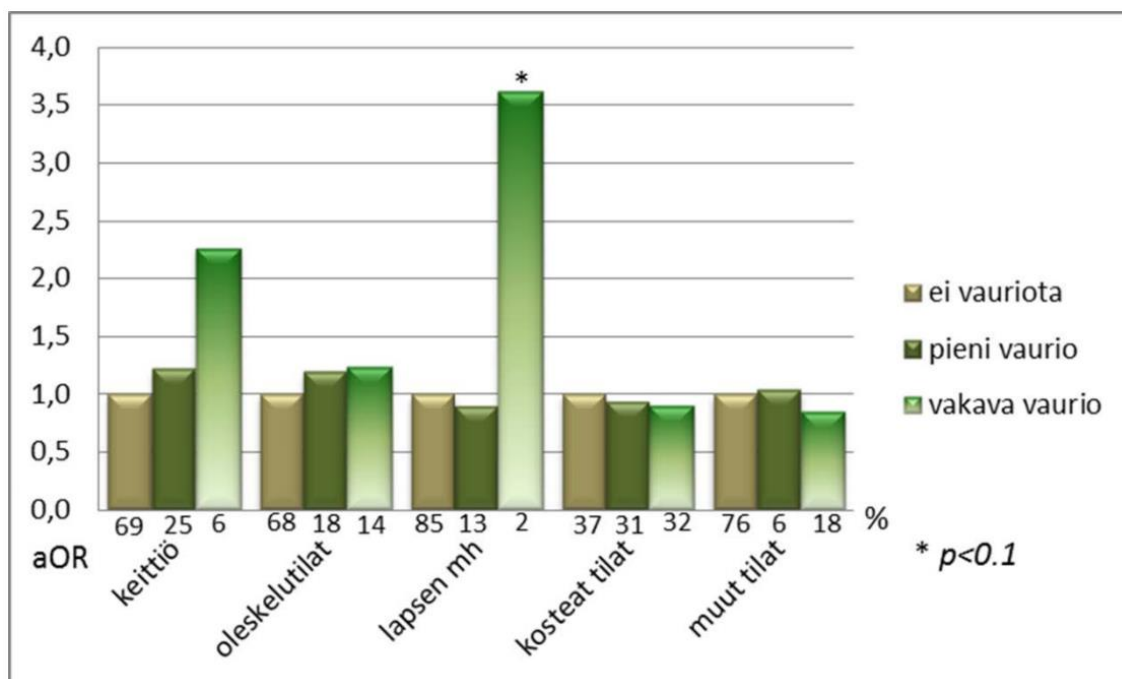
Kuvio 22. Kosteusvaurioaltistumiseen liittyvät oireet ja sairaudet. Alhaalla alkuvaiheen yleiset oireet, ylimpänä pitkäaikaiseen altistumiseen liittyvät harvinaiset sairaudet (COPD = keuhkohtaumatauti) (Putus 2014, 9).

Kosteus- ja homevaurioihin näyttää liittyvän yskä, hengityksen vinkuminen, hengenahdistus ja ylempien hengitysteiden oireet sekä erilaiset allergiset ja astmaattiset oireet. Kosteusvauriorakennuksissa riski yskään oli 1,5-kertainen, hengityksen vinkuminen 1,4- ja ylempien hengitysteiden oireiluun 1,7-kertainen. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 93.)

Tuula Putus, joka toimii Turun Yliopistossa työterveyshuollon erikoislääkärinä ja työterveyshuollon ja työlääkätieteen professorina, kyseenalaistaa ammattitautitilastosta vedettävät johtopäätökset siitä, mitkä työperäiset sairaudet olisivat työpaikoilla yleisimmät. Hänestä se osoittaa vain ammattitautiasetuksen esimerkkisairauksien listan ja sen mitä sairauksia osataan parhaiten diagnosoida osoittaen syy-yhteys altistumiseen. Putus on huolissaan siitä, että ammattitautidiagnostiikkaa ohjaakin korvauskäytäntöä, eikä sellaisia oireita tai sairauksia edes yritetä lausua ammattitaudeiksi, joita ei löydy ammattitautilistalta. (Putus 2014, 10.)

Luennossaan maaliskuussa 2014 Putus toi hyvin esille niitä ristiriitoja joita liittyy terveydenhuollon ja viranomaistahon toimintaan, kun kyseessä on sisäilmaongelmista kärsivä potilas. Kun esimerkiksi nuhasta, päänsärystä tai astmaoireista ja infektiosta kärsivä potilas on Kelan korvauspiirissä oikeutettu kansanterveyslain mukaan erilaisiin korvauksiin, hän menettääkin oikeudet korvauksiin ilmoittaessaan oireiden johtuvan homealtistuksesta. Tämä johtuu siitä, että Kela katsoo oireiden johtuvan sairaasta rakennuksesta, ei sairaasta ihmisestä ja kun ongelma on rakennuksessa, tulee rakennus hoitaa kuntoon. Tämä taas ohjaa lääkäreitä käyttämään jotain muuta diagnoosia, jotta potilas olisi oikeutettu Kelan korvauksiin. (Putus 2014, luentokalvo 6.)

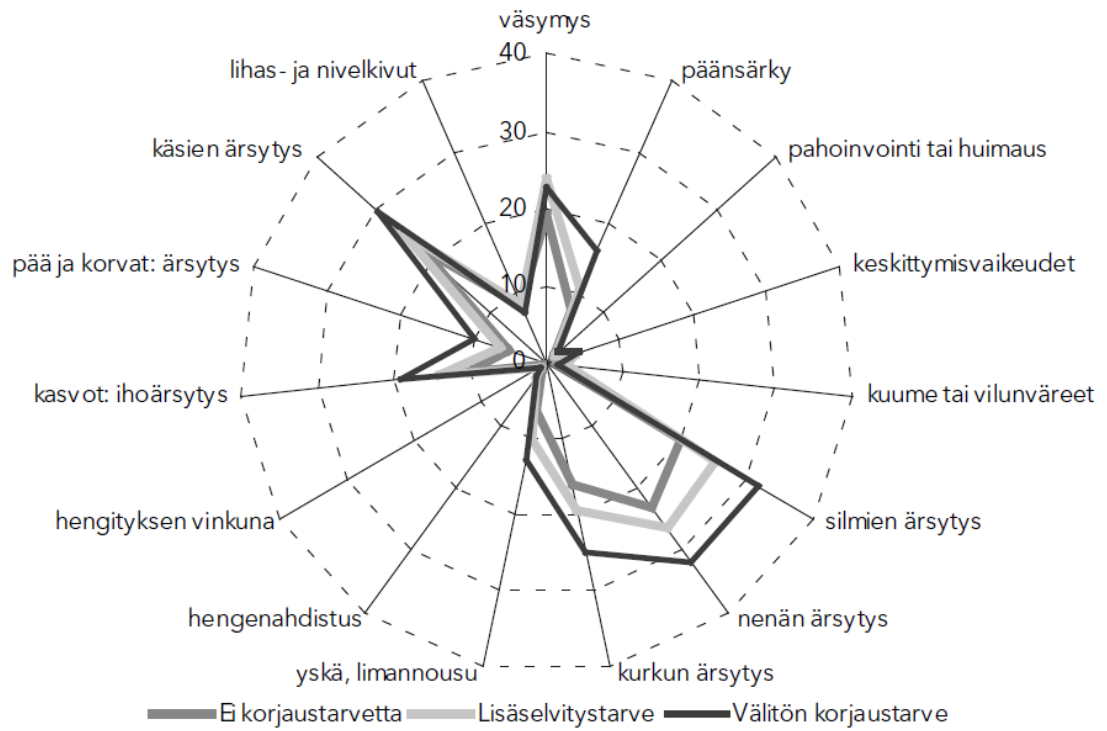
Lähdettäessä 2000-luvun alussa esitetyistä rajallisista tai viitteellisistä näytöistä astman ja kosteusvaurioiden välisestä yhteydestä on nyt päästy 2010-luvulla tehtyihin selvityksiin ja tutkimustuloksiin, jotka osoittavat että astmariski saattaa lapsilla lisääntyä pahimmillaan lähes 4-kertaiseksi, kun kosteusvaurio on vakava (kuvio 23). Vuonna 2009 WHO:n asiantuntijaryhmän mukaan on selkeä näyttö astman ja kosteusvaurioiden välisestä yhteydestä. Vaikka lasten astman sairastumisriski kosteusvauriorakennuksissa onkin eri tutkimusten vaihdellut hieman laidasta laitaan, ollaan nyt sitä mieltä, että lasten riski astman pahenemiseen näyttää olevan aikuisia suurempi. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 93–94.)



Kuvio 23. Kodin oleskelutilojen, lapsen makuuhuoneiden ja keittiöiden kosteusvauriot yhteydessä astmaan (Hyvärinen A. 2013, 18. Pekkasen ym. 2007, Karvosen ym. mukaan).

Hengitystieinfektioiden osalta WHO:n asiantuntijaryhmä vuonna 2009 ei pitänyt keuhkoputkentulehduksen ja kosteusvaurion yhteyttä riittävänä. Kuitenkin 2010 tehtiin yhteenveto 23 tutkimuksesta ja todettiin mitatulla rakennekosteudella ja mikrobeilla on yhteys sekä hengitystieinfektioihin, että keuhkoputkentulehdukseen. Euroopassa tehdyissä tutkimuksissa taas on todettu näkyvän homeen lisäävän lasten keuhkoputkentulehdusriskin nousevan lähes 1,4-kertaiseksi. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 93–94.)

Korjaustarpeen ja koetun oireilun välinen yhteys on osoitettu sairaaloissa tehdyissä tutkimuksissa. Oireilu on voimakkainta siellä, missä on kiireellisin korjaustarve (kuvio 24). Myös työntekijöiden raportointi sisäilmaongelmista seurasi suorassa suhteessa korjaustarpeen kiireellisyyteen. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 62.)



Kuvio 24. Sairaalatyöntekijöiden (n=3 200) sisäilmaan liittämät oireet suhteessa heidän työtilojensa kuntoon. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 62.)

6 KOSTEUSVAURIOT KOULURAKENNUKSISSA

Kosteus- ja homevaurioiden yleisyydestä johtuen, niitä koskevia selvityksiä ja ohjeistuksia on tehty runsaasti. Sosiaali- ja terveysministeriö on julkaissut Asumisterveysohjeet (STM:n oppaita 2003:1) sekä sitä täydentävän Asumisterveysoppaan (Ympäristö ja Terveys-lehti, 2005). Eduskunnan tarkastusvaliokunta on tehnyt tutkimusjulkaisun Rakennusten kosteus- ja homeongelmat (2012), jossa on koottu yhteen uusin ajankohtainen kosteus- ja homeongelmien vähentämiseksi. Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa uutta ajankohtaista tietoa home – ja kosteusongelmien laajuudesta, syistä ja niiden vaikutuksista. Lisäksi on tehty lukuisia määriä muita tutkimuksia, raportteja ja päättötöitä sekä väitöksiä kosteus- ja homeongelmiin liittyen.

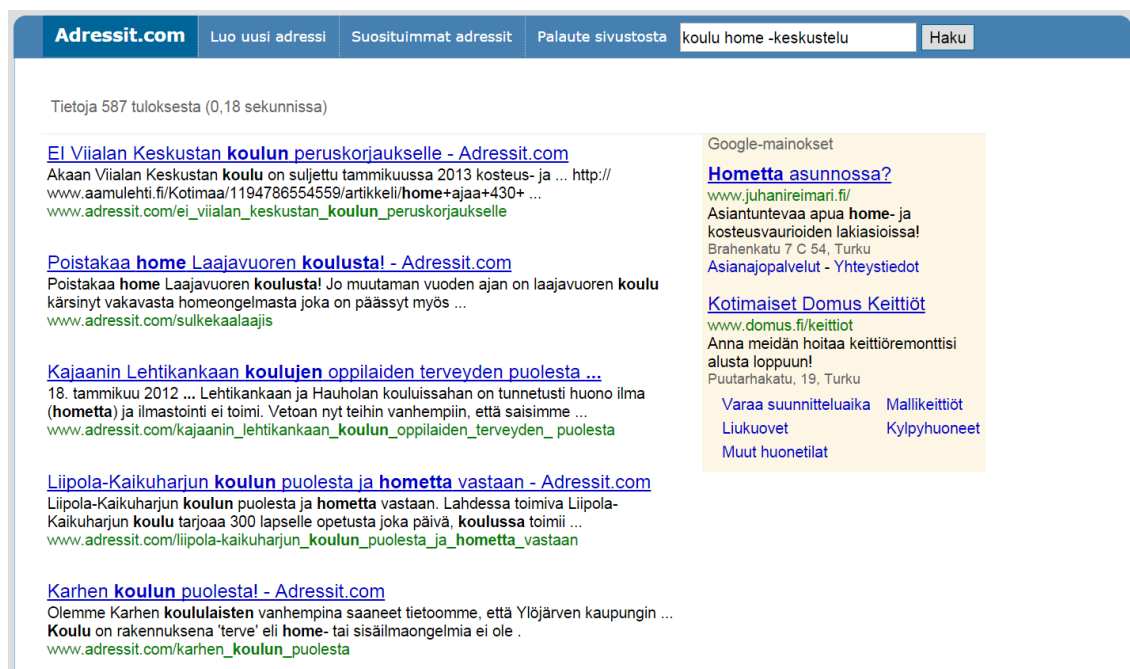
Kaikesta näistä tutkimuksista ja niistä seuranneista ohjeista huolimatta on käynyt ilmi, että ne eivät sellaisenaan sovellu koulurakennuksille. Tämä selittyy asuin- ja koulurakennusten kokoeroista, erilaisesta käytöstä, sekä rakennus- ja taloteknisten ratkaisujen erilaisuudesta (Meklin ym 2008, 4).

6.1 Koulujen kosteusvaurioiden yleisyys

Koulurakennusten kosteus- ja homeongelmat ovat esillä mediassa, jos nyt ei ihan päivittäin, niin viikoittain. Adressien kerääminen kansalaisten toimesta on arkipäivää ja siihen on vaikuttanut sosiaalisen media ja internetin käytön muuttuminen jokapäiväiseksi toiminnaksi myös työajan ulkopuolella. Internetissä on mahdollista luoda adressi ja aloittaa nimien kerääminen tai tehdä kansalaisaloite. Adressit.com-sivusto tarjoaa ilmaisen sivutilan nettiadressille ja sieltä voi hakea, seurata, sekä allekirjoittaa adresseja. Kirjoitettaessa Adressit.com-sivuston hakuruutuun hakusanoiksi ”koulu home –keskustelu”, sivusto antaa hakutulokseksi 578 osumaa. Tuloksista on siis otettu pois osumat, jotka viittaavat adressien keskusteluihin laittamalla hakuruutuun rajaus, –keskustelu (kuvio 25).

Tiedotusvälineiden ja sosiaalisen median avustuksella homekoulut ovat nousseet yleiseen tietoisuuteen. Parakkikoulut ja väistötilat ovat sanoja, jotka ovat jalkautuneet yleisesti homekoulujen keskusteluun. Myös VOC- päästöt sanana ymmärretään nykyään

valitettavan hyvin juuri tiedotusvälineiden ansiokkaan journalismin johdosta. Valitettavan hyvin juuri sen takia, että niidenkin määrä vain kasvaa.



Kuvio 25. Kuvakaappaus Adressit.com-sivustolta hakusanoilla ”koulu home – keskustelu”

Koulurakennuksien kosteusvauroita on tutkittu viimeisen viidentoista vuoden aikana useasti ja johtopäätöksenä näistä tutkimuksista voi päätellä, että noin 25 % koulurakennuksista on kärsinyt kosteusongelmista ja korjaustoimenpiteet painottuvat 1970-luvulla valmistuneisiin rakennuksiin. Kuntaliiton selvityksen mukaan vuoden 2000 kosteus- ja homeongelmien määrä kuntien rakennuksissa ei ole juurikaan laskenut vuoteen 2005 verrattuna, ainoastaan vaurioihin johtaneet syyt ovat muuttuneet ja suunnitteluvirheiden osuus on noussut (Ruojoki 2006, 25; Meklin ym. 2008, 6; Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 68.)

Myös muualla Euroopassa on tutkittu koulurakennusten kosteusongelmia. Osana EU-rahoitteista HITEA-hanketta tutkittiin Espanjan, Alankomaiden ja Suomen koululaisten ja opettajien terveyttä suhteessa kosteus- ja homealtistukseen. Suomen kouluista arvioitiin 24 %:ssa olevan kosteusongelmia ja tämä on selvästi samansuuntainen tulos, kuin aikaisemmatkin tutkimukset ovat osoittaneet. Alankomaiden vastaava luku oli 20% ja Espanjan selvästi suurempi, 41 %. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2014. Hitea-hanke)

Terveiden ja hyvinvoinnin laitos ja Opetushallitus käynnistivät vuonna 2006 yhteistyön, joka kerää määrääjain vertailukelpoista tietoa. Tavoitteena on edistää peruskoulun ja toisen asteen opiskelijoiden terveyttä ja hyvinvointia. Sen tulokset esitetään raportissa (Väyrynen ym. 2008) ja tulokset ovat kosteusvaurioiden osalta surullista luettavaa. Oppilaitosten työoloissa oli vakavia ja opiskelua haittaavia kosteus- ja homevaurioita, joita ei ollut korjattu vuosikorjausten yhteydessä. Yli 40 %:ssa oppilaitoksista oli kosteusvaurioita ja rehtorien mukaan yli 20 %:ssa homealtistusta. Yksi kymmenestä oppilaitoksesta oli sellainen, että siinä ei oltu lainkaan tehty tarkastusta työskentelyolosuhteiden turvallisuudesta (Väyrynen ym. 2008, 154.)

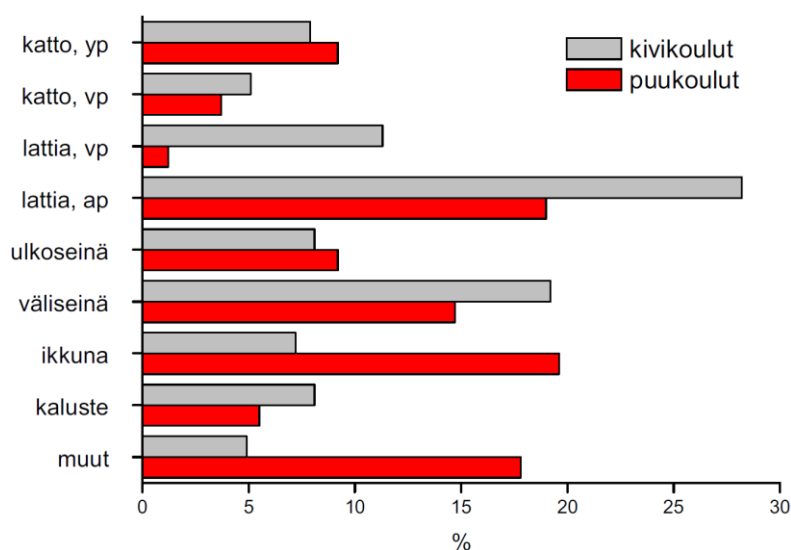
Opetushallituksen ja THL:n tekemän raportin (Väyrynen ym. 2008) tulokset poikkeavat muista edellä mainituista erittäin paljon ja syytä tähän tulisikin pohtia. Kosteus- ja homeongelmien tunnistaminen ja kokeminen haitalliseksi lienee yksi syy siihen, että rakennusten käyttäjille tehdyn kyselytutkimuksen ja kosteusongelmien kanssa tekemissä olevien ammattilaisten kenttätutkimuksien tuloksissa on eroa. Täytyy kuitenkin muistaa, että rakennusten käyttäjät ovat ensisijaisesti niitä, jotka kosteus- ja homeongelmaisissa tiloissa ovat. Heidän kokemuksensa saattavat itse asiassa olla tärkeimpiä, pohdittaessa tilojen sisäilman laatua ja mahdollisia terveyshaittoja.

6.2 Koulujen kosteusvaurioiden sijainti ja syyt

Tutkimuksessaan Meklin ym. (2008, 7) selvittivät koulujen kosteusvaurioiden sijaintia rakennuksien eri osissa ja rakenteissa. Selvityksen mukaan 23 % vaurioista oli luokahuoneissa ja 20 % kosteissa ja märkätiloissa. Käytävillä esiintyi 12 % ja keittiöissä 6 % vaurioista. Rakennekohtaisesti vaurioiden yleisin esiintymispaikka oli alapohja ja kivi-koulujen kohdalla alapohjavaurion osuus oli selvästi suurin yksittäinen rakennusosa lähes 30 %:n osuudella kaikista rakenneosista (kuvio 26.) Puukoulujen osalta nousivat 20 %:n tasolle alapohjavaurioiden lisäksi ikkunat.

Meklinin ym. (2008, 6) selvitys on tuloksiltaan paljolti samansuuntainen kuin aikaisemmat tutkimukset, joita on tehty Teknillisen korkeakoulun ja Kuntaliiton toimesta. Meklin ym. (2008, 6) viittaa Teknillisen korkeakoulun tutkimukseen, jossa todettiin

kosteusvaurioiden liittyvän yleisesti alapohjarakenteisiin ja kellaritiloihin sekä ryömintätiloihin ja maanvastaisiin lattioihin sekä seiniin ja salaojiin.



Kuvio 26. Kosteusvaurioiden sijainti rakennusosittain kivi- ja puukouluissa (Meklin ym. 2003.)

Kun tuloksia verrataan Pirisen (Pirinen 2006, 72) väitöstutkimukseen pientaloista, jossa alapohjien osuus kosteusvaurioista oli 35 % ja kellaritilojen seinävaurioiden osuus 26 %, voidaan nähdä tuloksissa yhteneväisyyksiä, jotka korreloivat keskenään. Erona pientalojen vaurioiden rakennekohtaisuuksissa on koulurakennuksien selkeästi pienempi osuus yläpohjavaurioissa. Pientalojen kosteusvaurioista yläpohjassa oli 21 %, kun taas koulurakennuksissa jäädään reilusti alle 10 %:iin (Pirinen 2006, 72; Meklin ym. 2008, 8.)

Vaurioiden syitä tutkittaessa, löytyy yhteneväisyyksiä eri tutkimusten kesken. Koulurakennusten osalta yleisin vaurion aiheuttaja on materiaalien tekninen vanheneminen, jolla tarkoitetaan esimerkiksi ruostumista tai mekaanista murtumista. Tästä syystä rakenteisiin on päässyt kosteutta. Seuraavaksi yleisin syy kosteusvaurioon on ollut rakennuksen ulkopuolisen kosteuden pääseminen rakenteisiin. Näitä aiheuttaa mm. - sade ja valumavesistä sekä kapillaarisesta kosteuden noususta (Meklin ym. 2008, 8.)

Sama materiaalien rikkoutuminen voidaan todeta Finanssialan Keskusliiton tutkimuksessa, jossa keskityttiin pelkkien vuotovahinkojen tarkasteluun. Siinä mekaanisia rikkoutumisia todettiin selvästi eniten niiden ollessa yli 60 % kaikista vuotovahinkojen syistä (Finanssialan Keskusliitto 2009, 23.)

7 KOSTEUSVAURIOIDEN HAVAINNOINTI JA TUTKIMUS

7.1 Kosteusvaurioiden tutkimustavat

Rakennuksien teknisestä kunnosta ja mahdollisista kosteusvaurioista tehdään paljon havaintoja. Erilaisia tutkimus-, tarkastus-, kartoitus- ja arviointimenetelmiä on paljon ja niiden erot toisistaan ovat epäselviä niin tilaajille, kuin paikoin itse tekijöillekin. Joissakin havainnoissa tyydytään aistinvaraisiin menetelmiin ja toisissa taas avataan rakenteita. Joissain tapauksissa otetaan näytteitä laboratoriota varten ja toisinaan on tarve avata rakenteita, jotta voidaan todentaa vaurion olemassaolo, sen aiheuttaja ja vaurion laajuus. Tutkimus-, tarkastus-, kartoitus ja arviointimenetelmien termistö on toisiaan muistuttava ja niiden toiminnallinen erottaminen toisistaan on jopa alan ihmisillekin toisinaan vaikeaa (taulukko 3). Yhteistä kaikille on kuitenkin havaintojen ja tulosten raportointi, jossa esitetään mahdolliset jatkotoimenpiteet sekä asiantuntijoiden käyttö.

Taulukko 3. Kiinteistön ja asunnon kunnan selvitysmenetelmiä (Rakennustietosäätiö 2012. RT-kortti 18-11059, 3)

	Kohde	Tavoite	Menetelmät	Raportointi	Tekijät
Kuntoarvio	Asuinkiinteistöt Liikekiinteistöt Toimistokiinteistöt Palvelukiinteistöt Teollisuuskiinteistöt	Kiinteistön tilojen, rakennusosien, taloteknisten järjestelmien, hissien ja ulkoalueiden kunnan selvittäminen. Selvitys energiatehokkuudesta.	Aistienväriset, kokemusperäiset sekä rakennetta rikkomat menetelmät. Käyttäjien haastattelut. Energiatalouden selvitys.	Määrämuotoinen kirjallinen raportti, johon liitetään kunnossapitosuunnitelmaehdotus (PTS-ehdotus).	Työryhmä (rakennus- ja talotekniset asiantuntijat, hissiasiantuntijat) PKA, pätevytynyt kuntoarvioija.
Kuntotutkimus	Asuinkiinteistöt Liikekiinteistöt Toimistokiinteistöt Palvelukiinteistöt Teollisuuskiinteistöt	Yksittäisen rakennusosan, järjestelmän tai laitteen tarkempi tutkimus tavoitteena saada selvälle mahdollisen ongelman tai vaurion aiheuttaja.	Usein rakennetta rikkovia. Apuna käytetään mm. rakenteiden koestusta, näytteiden ottoa ja analysointia ja erilaisia mittauksia.	Kirjallinen raportti, johon liitetään toimenpide-ehdotus suunnittelun ja uusimisen tai korjaamisen lähtötiedoiksi.	Rakennus- ja talotekniset asiantuntijat, laboratoriot.
Kuntotarkastus asuntokaupan yhteydessä	Omakotitalot Osakehuoneistot	Tuottaa puolueetonta tietoa asuntokaupan osapuolille rakennuksen rakennusteknisestä kunnosta, korjaustarpeista, vaurio-, käyttöturvallisuus- ja terveysriskeistä sekä toimenpide-ehdotuksista.	Pääosin aistienväriset, kokemusperäiset sekä rakennetta rikkomat menetelmät. Käyttäjien haastattelu. Sisältää kosteusmittauksia ja vähäisiä rakenteiden avauksia.	Kirjallinen raportti (ei sisällä kunnossapitosuunnitelmaehdotusta, PTS-ehdotusta).	Rakennustekninen asiantuntija AKK, asuntokaupan kuntotarkastaja.
Kartoitus	Asuinkiinteistöt Liikekiinteistöt Toimistokiinteistöt Palvelukiinteistöt Teollisuuskiinteistöt	Yksittäisen ongelman tai vaurion syyn ja laajuuden selvittäminen.	Mittaukset mittalaitteilla, tarvittaessa laboratoriotutkimuksia.	Kirjallinen kartoitusraportti, jossa tarvittaessa piirustusliitteet ongelman esiintymisestä ja pitoisuuksista.	Kartoituksiin perehtyneet asiantuntijat PKM, pätevytynyt kosteuden mittaaja.

7.1.1 Kuntoarvio

Nimensä mukaisesti kuntoarvio perustuu arvioon kiinteistön tilojen, rakennusosien, taloteknisten järjestelmien ja ulkoalueiden kunnosta. Havaintojen perusteella arvioidaan myös yleispiirteisesti korjaustarpeet ja annetaan määrämuotoinen raportti. Kuntoarviointiin kuuluu rakennus- ja talotekniset asiantuntijat, joten se on ryhmätyötä, jossa tarkastellaan rakenneteknisten osien lisäksi LVIS-tekniset asiat. Kuntoarvio perustuu pääosin asiantuntijahavaintoihin ja olemassa oleviin asiakirjoihin, kuten huoltokirjaan. Tarvittaessa tehdään rakennetta rikkomattomia mittauksia (Rakennustieto 2012, KH 90-40053, 1–2.) Näitä voivat olla esimerkiksi sisäilman suhteellisen kosteiden mittaus ja suuntaa antava pintakosteuden mittaus referenssimittauksena.

Kuntoarvion tavoite on antaa lähtötiedot kunnossapitosuunnitteluun ja siihen voidaan liittää pitkän tähtäimen kunnossapitosuunnitelma (PTS-ehdotus). Kuntoarvion ei tarvitse koskea koko kiinteistöä, vaan se voidaan tehdä vain tietyllä rakennusosalla, rakenteelle tai järjestelmälle. Tällöin puhutaan horisontaalisesti tehdystä kuntoarviosta. Mikäli kuntoarvioinnin yhteydessä tehdään kohteeseen tekninen tarkastus, nimitetään sitä kiinteistötarkastukseksi (Rakennustieto 2012 KH 90-40053, 1).

Kuntoarvioijan perusedellytyksenä on kokemus uudis- ja korjausrakentamisen urakointi-, suunnittelu- ja valvontatehtävistä. Hyvän kuntoarvioijan osaaminen ei rajoitu vain oman alan tietotaitoon, vaan hänellä tulee olla perustiedot muiltakin tekniikan osa-alueilta, kuten energiatehokkuudesta ja sisäilmastosta. Näin hänellä on riittävästi tietotaitoa kokonaisuuksien hahmottamiseen ja ymmärtämistä asioiden riippuvuussuhteista. Kuntoarvioijan pätevytyymiseen on valtakunnallinen tutkintokoe ja sen läpäissyt saa käyttää nimikettä pätevytyynyt kuntoarvioija PKA (Rakennustieto 2012 KH 90-40053, 1.)

Arvioinnin yhteydessä rakennusosille ja teknisille järjestelmille määritellään kuntoluokka, jossa määritellään tarkastettavan kohteen kunto, sekä saadaan kuvaus kunnossapitosuunnitelmaehdotuksesta esitetyn rakennusosan tai teknisen järjestelmän korjaustarpeen kiireellisyydestä. Kuntoluokitus on viisiportainen (taulukko 4) ja sen tarkoitus on yhteinäistää ja yhdenmukaistaa kuntoarvioijien antamia kuntoluokkia (Rakennustieto 2012, KH 90-00495, 1–2.)

Taulukko 4. Kuntoarviossa annettavat kuntoluokat (Rakennustieto 2012, KH-kortti 90-00495, 1)

Kuntoluokka	Kuvaus
5	uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden kuluessa
4	hyvä, kevyt huoltokorjaus 6...10 vuoden kuluessa
3	tydyttävä, kevyt huoltokorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai peruskorjaus 6...10 vuoden kuluessa
2	välttävä, peruskorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai uusiminen 6...10 vuoden kuluessa
1	heikko, uusitaan 1...5 vuoden kuluessa

7.1.2 Kuntotutkimus

Kuntotutkimus eroaa kuntoarviosta siinä, että se on rakenneosakohtainen ja usein se on myös rakennettava rikkova tai avaava tutkimusmenetelmä. Kuntotutkimuksen perusteella saadaan tarkka tieto tutkittavan kohteen kunnosta, vaurioista ja sen syistä sekä laajuudesta. Siihen sisältyy kunnostus- tai toimenpide-ehdotus, joka on pohjana korjaustyön suunnittelussa ja toteuttamisessa. Osa tutkimusmenetelmistä on sellaisia, että niistä on ohjeistus, joissa on määritelty tutkimuksen sisältö, laajuus ja suoritustapa (Rakennustieto 2012 KH 90-40053, 1.)

Kuntotutkimus ei siis perustu arvioon ja aistinvaraisiin havaintoihin, vaan sen tarkoitus on selvittää syy-yhteys vaurioihin ja vaurion laajuus. Yleensä tutkimukseen liittyy mittauksia ja kartoituksia, joiden suorittamiseksi saatetaan joutua avaamaan rakenteita laajoiltakin alueilta tai suorittamaan pidempikestoisia mittausjaksoja. Tutkimussuunnitelman ja mittausten tekemiseen sekä tulosten tulkintaan vaaditaan rakenneteknisen osaamisen lisäksi myös rakennusfysiikan ja mittaustekniikan hyvää osaamista sekä mittauksiin liittyvää raportointia.

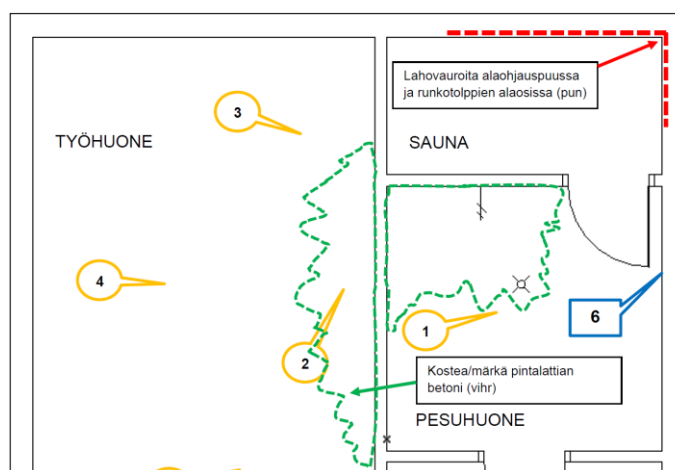
Pätevöitymisen jälkeen A-vaativuusluokan kosteustekninen kuntotutkija tai korjaussuunnittelija osaa luotettavasti selvittää rakennuksen kosteus- ja homevaurioiden syyt

sekä laajuuden. Hän myös osaa tehdä kosteusvauriokohteiden korjaussuunnitelman ja työselityksen (Rateko 2014, koulutussuunnitelma.)

7.1.3 Kartoitus

Raporteissa näkyy usein termit kosteuskartoitus tai kosteusmittaus. Termillä kartoitus, viitataan jonkun yksittäisen vaurion tai ongelman olemassaolon ja laajuuden selvittämistä. Näitä ovat esimerkiksi asbestikartoitus ja vesivahingon yhteydessä tehtävä kostuneen alueen laajuuden kartoitus. Vesivahinkojen ja kosteusvaurioiden kartoittajille on olemassa koulutus ja tutkintokoe, jonka läpäissyt henkilö voi käyttää nimikettä pätevästiynyt kosteuden mittaaja PKM. Lisäksi VVT:llä on rakenteiden kosteudenmittaajan henkilösertifiointimenettely.

Kosteuskartoitus on yleinen väline varsinkin niille vakuutusyhtiöiden kanssa toimiville jälkivahinkojen torjuntayrityksille, jotka kartoittavat vuotovahinkoja ja rakenteiden kosteusongelmia, joiden perusteella vakuutetut hakevat korvausta ja vakuutusyhtiö tekee päätöksen korvattavuudesta. Finanssialan Keskusliitto on antanut omat oheistuksensa rakennusten ja huoneistojen vesivuotovahinkojen tutkimiseen (Finanssialan Keskusliitto 2007.) Siinä painopiste luonnollisesti on vaurion syyn tai syiden selvittämisessä ja vaurioalueen laajuuden kartoittamisessa (kuva 27).



Kuvio 27. Ote kosteuskartoitusraportista ja vaurioituneen alueen rajauksesta (Mäntynen 2014b, 12)

Kartoittajan vastuu ja tietotaito ovat aina avainasemassa, kun pohditaan vakuutuksen ottajan etua ja toisaalta vakuutusyhtiön korvausvastuuta. Toisinaan päätös korvauksesta tehdään pelkästään kartoittajan raportin perusteella ja vakuutusyhtiön tarkastaja ei käy vahinkokohteessa yhtään kertaa. Näissä ns. toimistopäätöksissä kartoittajan tulkinta ja loppupäätelmät tavallaan nousevat määräävään asemaan tehtäessä päätöstä vahinkotahtuman korvattavuudesta tai korvaamattomuudesta.

Sisäilmastoluokitus jakaantuu kolmeen osioon, jotka ovat Sisäilman tavoitearvot (S1, S2 ja S3), Suunnittelu- ja toteutusohjeet (P1 ja P2) sekä viimeisenä osiona Vaatimukset rakennustuotteille (M1). Ensimmäisen osio, Sisäilman tavoitearvot, käsittelee lämpöoloja, ilman epäpuhtauksia sekä ääni- ja valaistusolosuhteita. Toisessa osassa, Suunnittelu- ja toteutusohjeet, käsitellään suunnittelun ja rakennustyömaan eri vaiheissa noudatettavia menettelytapoja sekä periaatteita. Luokituksen viimeisessä osiossa pureudutaan vähäpäästöisten rakennusmateriaalien ja puhtaiden ilmanvaihtotuotteiden kehittämiseen ja käyttöön (Rakennustieto 2009, KH 27-00422, 3.) Sisäilmastoluokitus siis koostuu tavoitearvoista, joiden toteutumisessa on otettava huomioon rakennushankkeen kaikki osat alueet aina suunnittelusta ja työn toteutuksesta materiaalivalintoihin asti (kuvio 22).



Kuvio 22. Sisäilmastoluokituksen rakenne (Rakennustieto 2009, KH 27-00422, 3.)

Sisäilmastoluokitusta käytetään kun asetetaan tavoitteita tavanomaisille työ- ja asuintiloille kuten toimisto- ja julkisille rakennuksille, kouluille ja päiväkodeille sekä asuinrakennuksille. Mikäli tiloille on poikkeuksellisia sisäilmastotavoitteita, ne määritellään erikseen tapauskohtaisesti. Sisäilmastoluokitus on apuväline käyttäjän, omistajan, rakennuttajan ja suunnittelijan määritellessä sisäilmaston tavoitearvoja. Luokituksen tavoitetasot kuvaavat nykytietämyksen mukaisesti terveyden- ja viihtyvyyden kannalta turvallisia sisäilmasto-olosuhteita, jotka ovat viranomaisvaatimuksien laatua korkeampia (Rakennustieto 2009, KH 27-00422, 4.)

Käytettäessä ja soveltaessa sisäilmastoluokitusta on muistettava, että ei ole viranomaisohje tai sellaisen tulkinta mutta muuttuvat kuitenkin sopimusosapuolia sitoviksi, kun sopimusasiakirjoissa yksilöidysti viitataan luokitukseen. Omistajan ja käyttäjän välinen esivuokrasopimus/ryhtymispäätös, konsulttisopimukset ja urakkasopimukset ovat tärkeimpiä sopimusasiakirjoja, joissa voidaan viitata luokitukseen. Sopimusasiakirjoissa on käytettävä mahdollisimman täsmällisiä ja yksilöityjä viittauksia eikä pelkästään riitä,

että esimerkiksi sisäilmaluokitus vain mainitaan. Työselostuksiin on hyvä kirjoittaa vaatimukset, joita tietyn luokitusason saavuttamiseen vaaditaan. Tavanomaisen rakennushankkeen sisäilmastoasiat huomioidaan kuten muutkin vaatimukset. Rakennuttajan ja suunnittelijan tehtävänä on valita sopiva tavoitetaso ja siihen vaadittavat ratkaisut. Urakoitsija toteuttaa suunnitellun rakennuksen, jonka laatu varmistetaan valvonnalla (Rakennustieto 2009, KH 27-00422, 4.)

8.1.1 Sisäilmaston luokitusasot

Sisäilmastoluokitus kolmitasoisien laatuluokituksen tasot ovat S1, S2 ja S3. Paras luokka on S1, ja se merkitsee suurempaa tyytyväisten osuutta. Sisäilmastoluokituksen tavoitearvot vastaavat maankäyttö- ja rakennuslain sekä terveydensuojelulain vaatimuksia luokassa S3. Tämän hetkisen tietämyksen mukaan S3-luokan tavoitearvot eivät aiheuta terveille ihmisille terveyshaittaa, mikäli rakennuksen ilmanvaihto toimii suunnitellulla tavalla ja erityisiä epäpuhtauslähteitä ei esiinny. Seuraavassa on esitetty suorana lainauksena luokitukset ja tavoitetasot sanallisesti:

S1: Yksilöllinen sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai ylilämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet ja hyviä valaistusolosuhteita tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.

S2: Hyvä sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta ylilämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.

S3: Tyydyttävä sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset.

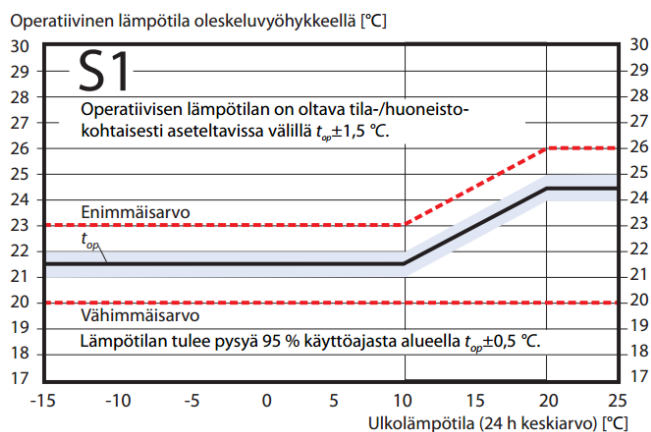
Eri suureiden tavoite- ja suunnitteluarvot voidaan valita eri laatuluokista.

Tarvittaessa jonkin suureen arvo voidaan määrittellä tapauskohtaisesti (Rakennustieto 2009, KH 27-00422, 4.)

Sanallisten tavoitteiden tueksi on laadittu myös sisäilmaston tekniset tavoitearvot rakennuksessa sen käytön aikana ja niitä käytetään tavoitetason määrittelyyn rakennushankkeen suunnittelussa. Teknisiä tavoitearvoja selvennetään taulukoin ja kuvion ja niissä käydään läpi rakennuksen lämpötilaolosuhteet, ilman laatu, ääniolosuhteet ja valaistus (esimerkit taulukko 5 ja kuvio 23). Tavoitearvoissa viitataan useassa kohdin SFS-standardeihin ja rakennusmääräyskokoelmaan, sekä annetaan ohjeita tavoitetason todentamiseen vaadituista mittausmenetelmistä.

Taulukko 5. Esimerkki ilman laadun ja valaistuksen tavoitearvoista (Rakennustieto 2009, KH 27-00422, 6.)

Ilman laadun tavoitearvot.				Esimerkkejä valaistussuunnittelun tavoitearvoista SFS-EN 12464-1 mukaan.	
	S1	S2	S3		
Hiilidioksidipitoisuus [ppm]	<750	<900	<1 200	Valaistusvoimakkuus, työalue [lx]	>500
Radonpitoisuus [Bq/m ³]	<100	<100	<200	Valaistusvoimakkuus, lähialue [lx]	>300
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttäjästä]				Häikäisyindeksi UGR _L	<19
• toimi- ja opetustilat	95 %	90 %		Värintoistoindeksi R _a	>80
• asunnot	90 %	80 %			



Kuvio 23. Esimerkki operatiivisen lämpötilan tavoitearvoista S1-luokassa (Rakennustieto 2009, KH 27-00422, 6.)

8.1.2 Rakennustöiden puhtausluokat

Rakennustöiden puhtausluokituksella pyritään varmistamaan, että rakennuksen tilat ovat puhtaat luovutettaessa ne käyttäjälle sekä se, että rakennusta käytettäessä sen sisäilmaan ei pääse rakennusvaiheen aikaisia epäpuhtauksia. Luovutettavan rakennuksen tilojen on oltava niin puhtaat, että se voidaan ottaa vastaanoton jälkeen ottaa heti käyttöön. Tästä syystä, esimerkiksi rakennuksen sisäilman (ja siihen vaikuttavien tekijöiden) on oltava riittävän puhdas, ennen ilmanvaihtovaihtojärjestelmän toimintakokeiden aloittamista.

Rakennustöiden puhtausluokituksen tavoitteiden vaatimustaso riippuu siitä sisäilmasto-luokasta (S1, S2 tai S3) johon pyritään. Luokkia on kaksi, joista P2-luokka vastaa normaalia hyvän rakentamisen mukaista käytäntöä ja sillä päästään sisäilmastoluokkaan S3, missä rakennustöille ei ole puhtauden puolesta asetettu erityisiä vaatimuksia. Tavoiteltaessa taas sisäilmastoluokkia S1 tai S2, on puhtausluokan tavoitteena oltava taso P1.

Parhaan tason puhtausluokituksessa (P1) rakennuksen tulee olla puhdas, eikä pinnoilla saa olla hienojakoista irtolikaa kuten puu-, betoni-, tai kipsipölyä, joka voisi irrota pinnaltaan sisäilmaan ennen kuin ilmanvaihdon päätelaitteiden suojukset soidaan poistaa ja toimintakokeet aloittaa (taulukko 6). Kun pintoja suojaavat muovit ja pahvit poistetaan, voidaan tiloissa tehdä vain pölyttömiä töitä ja muussa tapauksessa on ryhdyttävä erityis-toimiin pölynhallinnan takaamiseksi. Luovutusvaiheessa pinnat on oltava näkyvästä liasta vapaat (Rakennustieto 2009, KH 27-00422, 11 – 12.)

Taulukko 6. Puhtausluokan P1 sallitut pölykertymät (Rakennustieto 2009, KH 27-00422, 11.)

Tarkastusajan-kohta	Arvioitavat pinnat	Pöly-kertymä %
Ennen ilman-vaihdon toiminta-kokeita	<ul style="list-style-type: none"> Alakaton yläpuoli Pinnat yli 180 cm korkeudella Pinnat alle 180 cm korkeudella (pl. lattiapinnat) 	5,0
Ennen rakennuksen luovutusta	<ul style="list-style-type: none"> Pinnat yli 180 cm korkeudella Pinnat alle 180 cm korkeudella 	1,0
	<ul style="list-style-type: none"> Lattiapinnat 	3,0

Yksi tärkeimmistä P1-luokan tavoitteen toteutumiseen vaikuttavista asioista on rakennussiivous. Suomen Siivoustekninen liitto on laatinut rakennussiivouksesta oppaan, jossa perehdytään siivouksen suunnitteluun, toteutukseen ja laadunvalvontaan. Ennen luovutusta tulee kaikki pintojen puhtaus arvioida sisältäen myös ne pinnat, jotka eivät jää käytön aikana näkyviin. Arvioinnissa tarkastetaan katto-, seinä-, kaluste- ja lattia-pinnat sekä kalusteiden sisäpinnat. Tarkastettavat kohdat ovat lueteltu rakennusosittain ja pintojen pölykertymää voidaan tarvittaessa mitata geeliteippimenetelmällä (Rakennustieto 2009, KH 27-00422, 11 – 12.).

8.1.3 Rakennusmateriaalien päästöluokitus

Rakennusmateriaalien päästöluokituksen tavoitteena on vähäpäästöisten tuotteiden edistämisen kehittäminen ja käyttö tavanomaisissa työ- ja asuintiloissa, joka taas johtaa terveellisempään ja viihtyisämpään sisäilmastoon. Luokituksessa rakennusmateriaalit jaetaan kolmeen luokkaan, joista M1 on paras (kuva 5). Maahantuojien ja valmistajien on mahdollista hakea tuotteilleen päästöluokitusta M1, joka on edellytyksenä sisäilmastoluokkiin S1 ja S2. Luokitustoiminta on vapaaehtoista, eikä se perustu viranomaismääräyksiin. Suomen Rakennuttajaliitto, Suomen Arkkitehtiliitto, Suomen Arkkitehtitoimistojen Liitto ja Suomen Konsulttitoimistojen Liitto kuitenkin suosittelevat jäsenilleen luokituksen käyttöönottamista rakentamisen laadun edistämiseksi.



Kuva 5. M1 päästöluokan merkki lakkapurkissa kertoo tuotteen olevan vähäpäästöinen (Kuva Tikkurilan tuotesivulta).

M1-merkin myöntää Rakennustietosäätiö RTS ja siitä voi tunnistaa päästöluokitellut rakennustuotteet. Luokitus asettaa raja-arvot haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC), formaldehydin, ammoniakkin ja karsinogeenisten aineiden päästöille ja aistinvaraiselle arvioinnille (taulukko 7). M1-merkki voidaan hakea rakennusmateriaalien lisäksi myös ilmanvaihtotuotteille. Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokituksen tavoitteena on sisätilojen entistä parempi tuloilma. Luokiteltavia tuotteita ovat ilmanvaihtokanat ja niiden osat sekä suodattimet, äänenvaimentimet ja päätelaitteet. M2-luokan voidaan myös käyttää, kunhan niiden määrä on korkeintaan 20 % huoneen sisäpinoista ja lattia-alan neliötä kohden yli 1 m². M3 luokan materiaalit ylittävät epäpuhtauksillaan luokan M2 raja-arvot. (Rakennustieto 2009, KH 27-00422, 10.)

Taulukko 7. Rakennusmateriaalien tutkittavat ominaisuudet ja siitä seuraavat päästöluokituksen luokat M1 ja M2. (Rakennustieto 2014.)

Tutkittavat ominaisuudet	M1 [mg/m ² h]	M 2 [mg/m ² h]
Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC) kokonaisemissio. Yhdisteistä tunnistettava vähintään 70%.	< 0,2	< 0,4
Formaldehydin (HCOH) emissio	< 0,05	< 0,125
Ammoniakin (NH ₃) emissio	< 0,03	< 0,06
(EC) No 1272/2008 luokittelun mukaisten luokkaan 1A ja 1B kuuluvien karsinogeenisten aineiden emissio ^{1*}	< 0,005	< 0,005
Haju (epämiellyttävien havaintojen määrä alle 15%) ^{2*}	ei haise	ei haise

1* ei koske formaldehydiä

2* Aistinvaraisen arvioinnin tulos on oltava vähintään +0,0

M1-luokaa tavoiteltaessa tulee pintarakenteiden suunnittelussa ottaa huomioon materiaalien epäpuhtauspäästöt, käyttötarkoituksen mukaiset kosteustekniset ominaisuudet ja äänenvaimennusominaisuudet. Huomiota on kiinnitettävä myös rakenteiden kuivumisaikoihin ja kerrosrakenteiden toimivuuteen sekä pintojen puhdistettavuuteen ja kulumuskestävyyteen. Erityistä huomiota tulee kiinnittää materiaalien vähäpäästöisyyteen silloin, kun rakennus on tarkoitettu allergisten ja muiden herkkien ihmisten käyttöön. Tällöin pienetkin materiaalipäästöt voivat aikaan saada oireilua (Rakennustieto 2009, KH 27-00422, 10.)

9 SISÄILMASTO-ONGELMAN SELVITTÄMINEN

Sisäilmasto-ongelman selvittämiseen löytyy useita ohjeita ja malleja sekä prosessikuvaus-
uksia. Työterveyslaitos on laatinut sisäilmaongelmiin tietokortin ja tilaajan ohjeen si-
säilmasto-ongelman selvittämiseen. Ympäristöministeriön asettamassa viisivuotisessa
toimintaohjelmassa perustettu Kosteus- ja home-talkoot-ohjelma julkaisi lokakuussa
2013 yhteistyössä Työterveyslaitoksen kanssa tilaajan ohjeen sisäilmaongelman ratkai-
semiseen asunto-osakeyhtiössä. Aluehallintavirasto on myös julkaissut työsuojeluun
liittyen ohjeistuksen sekä käsittelyprosessin sisäilmaongelman käsittelyyn ja ratkaisemi-
seen. Työturvallisuuskeskus TTK on niin ikään laatinut toimintamallin työpaikkojen
sisäilmaongelmien ratkaisuun ja myös useat kunnat ja kaupungit ovat laatineet ja jul-
kaisseet ohjeistuksia ja käsittelytapoja sekä toimintamalleja sisäilmaongelmien varalta.

Ohjeistuksia, toimintamalleja ja prosessikuvauksia on siis kattavasti saatavilla, joka
toisaalta kertoo siitä, että sisäilmaongelmiin suhtaudutaan vakavasti. Kuitenkin yhä
enenevässä määrin uutisoidaan uudehkojen ja uusien rakennusten sisäilmaongelmista ja
saneerattujen rakennusten korjaustoimenpiteiden epäonnistumisesta.

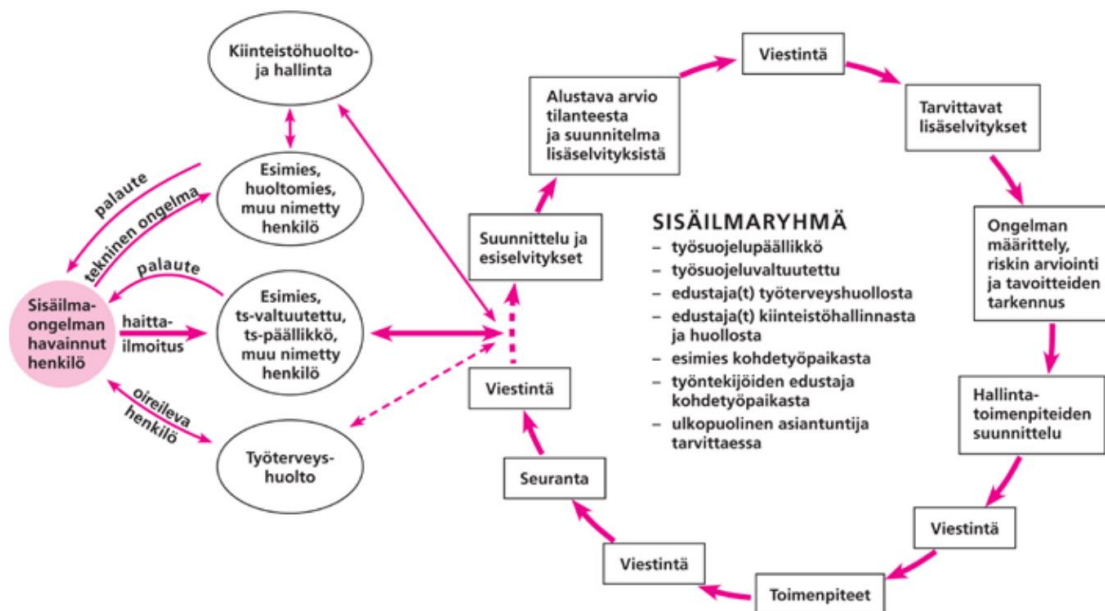
Yle Uutiset haastatteli keväällä 2014 Kosteus- ja home-talkoiden ohjelmapäällikkö Juha
Piristä, jonka mukaan yleinen tuntuma on, että luvattoman usea homeremontti epäonnis-
tuu, varsinkin kun puhutaan julkisen puolen rakennuksista. Yhdeksi päällimmäiseksi
syyksi Pirinen luettelee kuntotutkimuksien heikon tason ja tiedonkulun puutteen. Tut-
kimustulosten tieto ei saavuta suunnittelijoita puhumattakaan itse korjaustyön tekijöitä
(Yle 2014.)

9.1 Sisäilmasto-ongelman toimintamallit prosessikuvauksina

Sisäilmaongelmien selvittäminen saattaa usein olla hankalaa ja monisyistä. Ongelmien
mittaaminen yhteismitallisesti ja vertailukelpoisesti on vaikeaa ja teknisesti oikeiden
ratkaisukeinojen käyttäminenkin ei aina takaa onnistunutta lopputulosta. Sisäilmaon-
gelman selvittämisen mallia esitetään usein eräänlaisena prosessikaaviona, koska siihen
liittyy niin monia toisistaan riippuvaisia ja toisiinsa vaikuttavia elementtejä aina tutki-
musmenetelmistä rakenneteknisiin ratkaisuihin ja rakennuksen käyttäjiin sekä raken-
nuksen arkipäivän käyttöön.

Työterveyslaitoksen laatimassa tietokortissa esitetään tiivistetysti sisäilmaongelmien ratkaisuin toimintamalli (Työterveyslaitos 2009). Sitä on kehitetty ja testattu yhdessä työpaikkojen kanssa ja sen tavoite on parantaa vaikeiden sisäilmaongelmien hallintaa sekä ehkäistä ongelmien pitkittymistä ja sitä kautta niiden hankaloitumista. Toimintamallissa nousee esiin tavoitteellinen, prosessinomainen ja pitkäjänteinen toiminta. Siinä sidotaan kiinteästi mukaan eri toimijatahot niin, että heidän välisestä yhteistyöstä ja osallistuvuudesta muodostuu keskeisen toimintatapa. Mukana ovat rakennuksen käyttäjien lisäksi kiinteistön omistaja, kiinteistöhuolto, työsuojelu ja työterveyshuolto (kuvio 24).

Mallissa perustetaan työpaikalle moniammatillinen sisäilmaryhmä joka toimii ongelmatilanteiden käsittelyn foorumina sekä myös ennaltaehkäisevän toiminnan koordinoijana. Sisäilmaryhmään tuodaan tapauksia, joissa on ilmeistä, että haitta- ja oireilmoitusten perusteella vaikuttaa laajemmalla työympäristöön vaikuttavalta ongelmalta. Selkeät ja yksinkertaiset tekniset ongelmat hoidetaan normaalin kiinteistöhuollon käytäntöjen mukaan.



Kuvio 24. Sisäilmaongelmien ratkaisun toimintamalli (Työterveyslaitos 2009, 1)

Toimintamallin yksi tärkeimpiä onnistumiseen johtavia tekijöitä on sisäilmaryhmän keskeinen rooli aktiivisena ryhmänä joka hallitsee prosessia tehden päätökset yhdessä ja esiintyen ulospäin yhtenäisesti. Selvitysten ja suunnitelmien edetessä on erittäin tärkeää

huolehtia viestinnän ja tiedottamisen jatkuvuudesta koko prosessin ajan Viestinnän rooli on prosessissa keskeinen tekijä ja se tukee vahvasti ongelmaratkaisua. Viestinnän ole-mukseen kuuluu tässä vastavuoroisuus, jossa voidaan vaihtaa näkemyksiä ja kuulla ky-symyksiä ja kaikki osapuolet tulevat kuulluiksi. Viestinnän onnistumiseksi tulee laatia viestintäsuunnitelma jolloin tarkasteluun nousee tilankäyttäjille kertyneen tiedon saami-nen sisäilmaryhmälle sekä vastavuoroisesti miten ja mitä tietoa ongelmasta jaetaan tilan käyttäjille. Myös ulkoiseen viestintään tulisi varautua esimerkiksi tiedotusvälineiden osalta (Työterveyslaitos 2009, 1 – 2.)

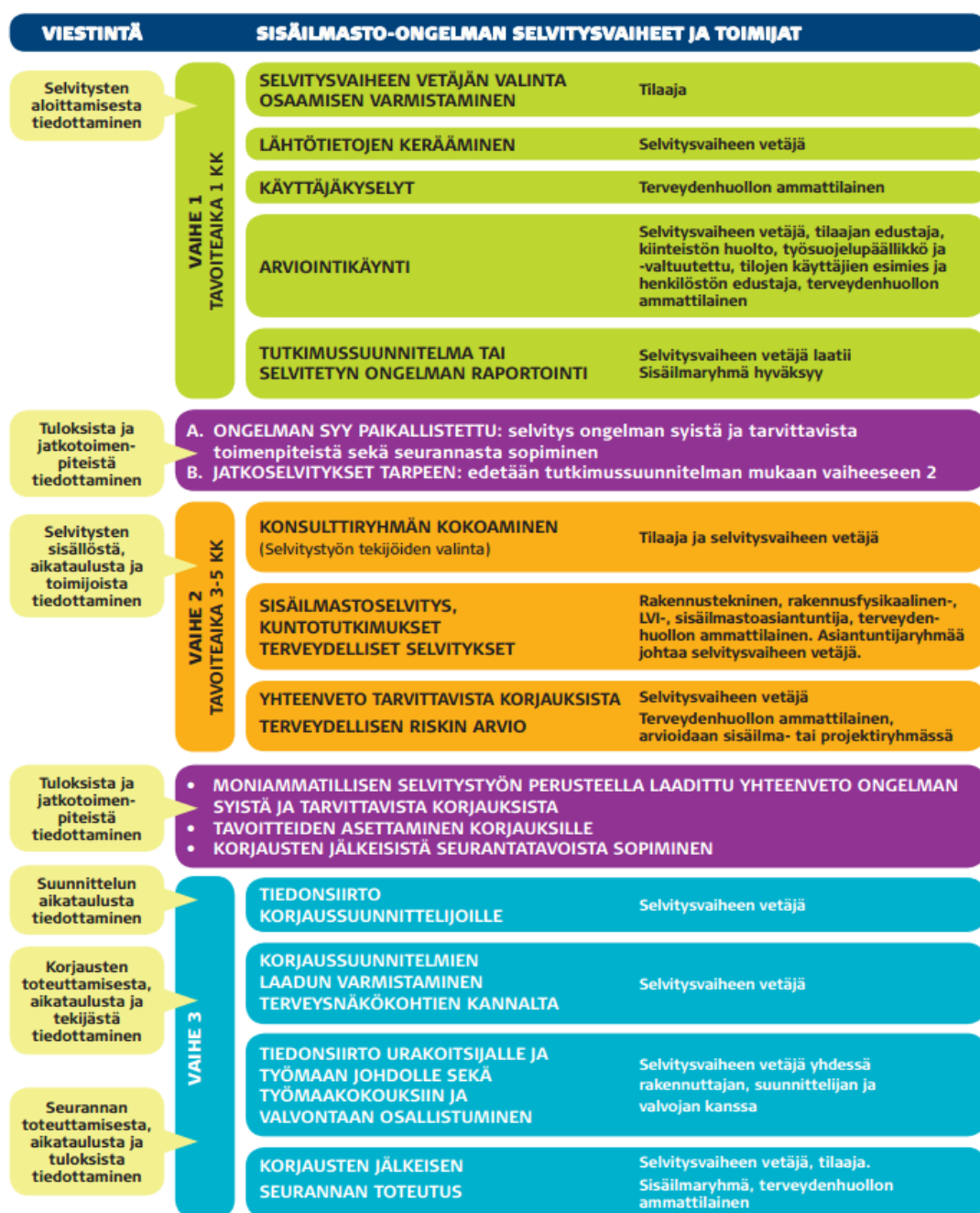
Työterveyslaitos on toteuttanut yhteistyössä Kosteus- ja hometalkoiden sekä yhteistyö-kumppaneidensa kanssa Tilaajan ohje sisäilmasto-ongelmaan selvittämiseen hankkeen. Hankkeessa on ollut mukana asiantuntijoita kunnista, insinööri- ja konsulttitoimistoista sekä ympäristöministeriöstä, joka myös toimi hankkeen tilaajana. Tilaajan ohje julkais-tiin 2012 ja sitä on saatavilla työterveyslaitoksen ja Kosteus- ja hometalkoiden verk-kosivuilta.

Sen lähtökohtana on tarkastella sisäilmasto-ongelmaa kolmesta lähtökohdasta, jotta ti-lanteesta saadaan riittävän hyvä kokonaiskuva onnistuneen korjaustyön takaamiseksi (kuvio 25). Ensimmäinen tarkasteltava näkökulma on tilojen tekninen kunto ja sisäil-masto-olosuhteet. Toisena on tilojen käyttäjien terveydentila ja kokemukset tiloihin liit-tyen. Kolmantena tarkastelukohtana ovat rakennuksen ylläpidon toimintatavat, kuten siivous, huolto, haittailmoitusmenettely ja haittojen hallinta. Näiden kolmen tarkaste-lunäkökohdan huomioiminen on edellytys rakennuksen kokonaiskuvan muodostamisel-le ja se vaatii moniammatillista asiantuntemusta sekä kokoemusta (Työterveyslaitos 2012, 1.)



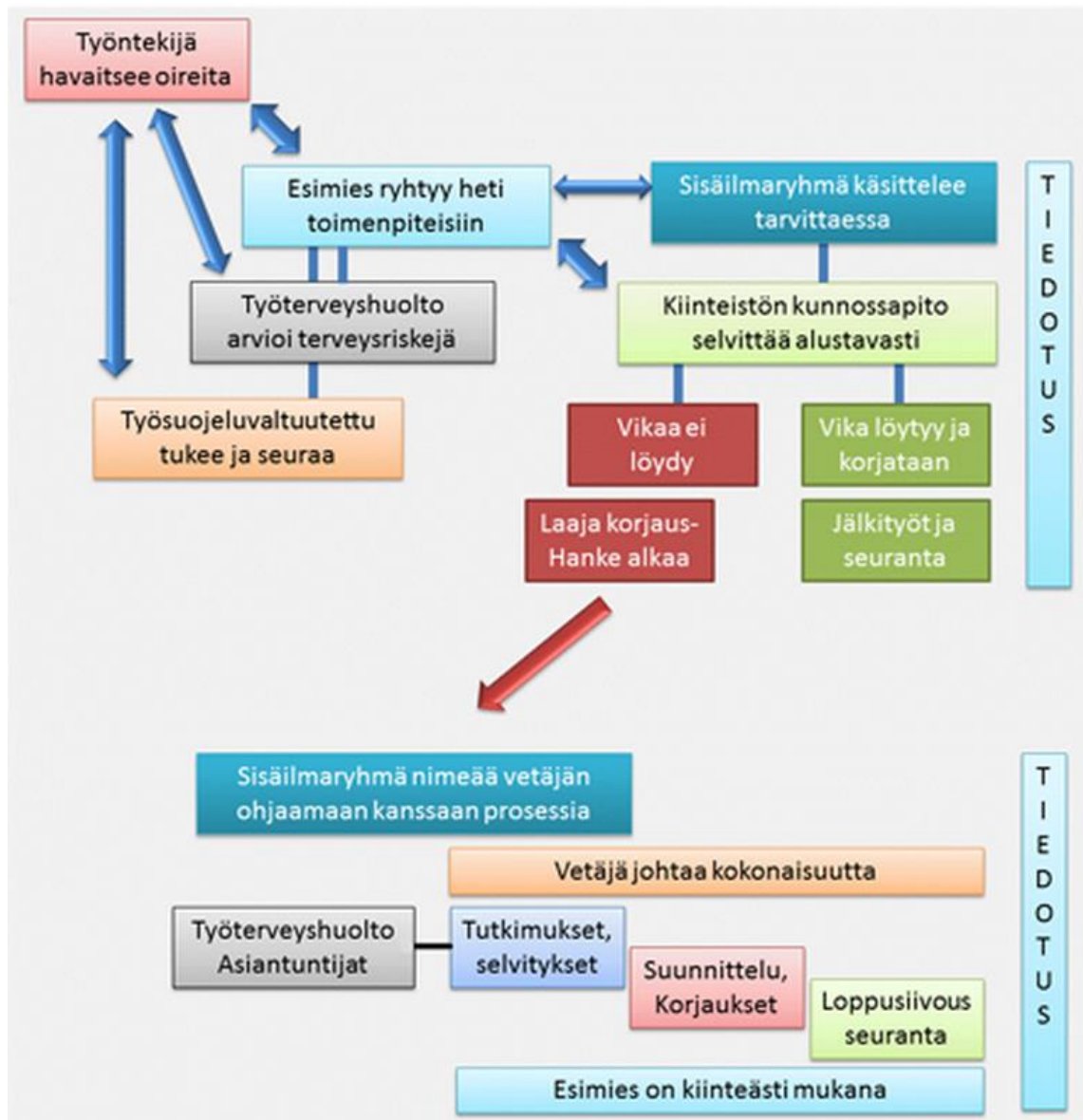
Kuvio 25. Sisäilmasto-ongelman kolmen tarkastelukulman muodostama kokonaisuus (Työterveyslaitos 2012, 1.)

Työterveyslaitoksen Tilaajan ohje sisäilmasto-ongelmaan selvittämiseen oppaassa on seikkaperäinen prosessikuvaus ja eri vaiheista kertovat selvennykset ja ohjeet. Sen kolme vaihetta jakaantuvat niin, että ensimmäisen vaiheen aikana kerätään lähtötietoja ja käyttäjäkokemuksia ja laaditaan tutkimussuunnitelma tai selvitys. Mikäli sisäilmasto-ongelma ratkaisu vaatii lisää toimenpiteitä, seuraavassa vaiheessa kootaan selvitystyöryhmä ja päätetään tarvittavista lisäselvityksistä, suunnitelmista ja tutkimuksista sekä terveysriskien arvioinneista. Kolmannessa vaiheessa päästään korjaushankeen toteuttamiseen ja sen jälkeiseen seurantaan (kuvio 26.)



Kuvio 26. Sisäilmasto-ongelmat selvitysvaiheet ja toimijat (Työterveyslaitos 2012, 3.)

Työterveyskeskuksen laatima malli sisäilmaongelman ratkaisuun noudattelee pääperiaatteiltaan Työterveyslaitoksen mallia. Siinä lähdetään kohdasta, jossa työntekijä havaitsee oireita ja edetään suoraviivaisesti ongelman ratkaisussa ja korjaamisessa aina loppusiivoukseen ja korjaushankkeen onnistumisen seurantaan saakka (kuvio 27.). Huomioitavaa on, että esimies on kiinteästi mukana koko prosessin ajan ja viestintä sekä tiedotus on olennainen ja kiinteä osa kokonaisuutta (Työterveyskeskus 2014.)



Kuvio 27. Toimintamalli sisäilmaongelman ratkaisuun Työterveyskeskuksen mukaisesti (Työterveyskeskus 2014.)

9.2 Sisäilmasto-ongelman selvittämisen vaihteita

Työterveyslaitoksen Tilaajan ohje sisäilmasto-ongelmaan näyttäisi olevan tällä hetkellä koko prosessin tarkastelemisen kannalta laadittu laajimmin. Siinä käydään melko seikkaperäisesti läpi ongelmaratkaisun eri vaiheet ja ne ovat pohjana myös Tilaajan ohje sisäilmaongelman ratkaisemiseen asunto-osakeyhtiössä KH-kortin prosessikuvauksessa. Seuraavassa käydään läpi sisäilmasto-ongelman eri vaihteita lähinnä Työterveyslaitoksen Tilaajan ohje sisäilmasto-ongelmaan oppaan pohjalta. Vaikka eri vaihteita käydäänkin läpi yksittäin, on muistettava että sisäilmasto-ongelma ratkaisun onnistumisen takaa vain kaikkien osapuolten ammattitaidon ja asiantuntemuksen tuominen yhteen unohtamatta, että tilojen käyttäjät kuuluvat myös olennaisena osana prosessiin.

Sisäilmaston ongelmien ratkaisu- ja toimintamallien kokonaisuus voidaan karkeasti jakaa kolmeen osioon, jotka yksinkertaistettuna ovat ongelman ilmeneminen, sen syiden ja laajuuden selvittäminen sekä ongelman korjaushanke. Usein kun päästään itse korjaustyövaiheeseen, ongelman syitä saattaa löytyä lisää tai alkuperäiset suunnitelmat ja arviot osoittautuvat vääriksi. Niinpä koko prosessin eri vaiheet saattavat limittyä toisiinsa ja ajallisesti ne voivat joskus vaihtaa hetkeksi jopa paikkaansa.

9.2.1 Sisäilmasto-ongelman ilmeneminen ja selvitysvaihe

Usein epäily sisäilmasto-ongelmasta lähtee tilojen käyttäjien toimesta kun he tekevät haittailmoituksen. Mikäli kyseessä ei ole yksinkertainen tekninen ongelma, jonka kiinteistöhuolto pystyy ratkaisemaan, edetään vaiheittain niin, että eri vaiheiden välillä tehdään aina tilannearvio, jossa on mukana moniammatillinen ryhmä. Tilaajan nimittämällä selvitysvaiheen vetäjän tehtävänä on muodostaa riittävä arvio sisäilmasto-ongelmasta. Hänellä tulee olla riittävä osaaminen, jotta hän osaa muodostaa tarpeen tullen laaja-alaisenkin arvion sisäilmasto-ongelmasta. Hänen tulisi olla yleensä korkeakoulututkinnon suorittanut vähintään viisi vuotta työkokemusta omaava rakennustekniikan tai sisäilmaston asiantuntija (Työterveyslaitos 2012, 2–5.)

Lähtötietovaiheessa mukaan otetaan tilaajan asiantuntijat ja isännöitsijät, tilojen käyttäjät ja kiinteistön omistaja. Ongelma määritellään alustavasti käyttämällä apuna lähtötie-

toja, dokumentteja ja arviointikäyntejä sekä tarvittaessa tehdään tutkimussuunnitelma selvitysten tilaamiseksi. Tässä vaiheessa käydään läpi mahdolliset rakennukseen aiemat selvitykset, joita on tehty käyttäjille. Myös itse rakennukseen tehdyt korjaukset selvitetään. Tiedot kootaan yhteen niin, että ne ovat käytettävissä ennen kohteeseen arviointikäyntiä tai mahdollista selvityksen tilaamista. Lähtötietoja voidaan pyytää kiinteistön huolto- ja kunnossapitohenkilöiltä sekä käyttäjiltä, rakennusvalvonnasta, suunnittelutoimistoista sekä kiinteistön omistajilta. Tietoa voidaan saada myös tilojen käyttäjille tehdyistä oire- tai sisäilmastokyselyistä (Työterveyslaitos 2012, 2–5.).

Lähtötietovaiheessa muodostetaan alustava arvio terveysriskeistä, joka tarkentuu mahdollisen selvitysvaiheen jälkeen erilaisten sisäilmasto- ja kuntotutkimuksien tuloksien perusteella sekä käyttäjien kokemusten pohjalta työterveyshuollon johdolla. Terveysriskien arvoinnilla on merkitystä millaisia korjausmenetelmiä valitaan ja kuinka laajoja korjaukset ovat. Näin ollen ne vaikuttavat myös aikatauluun, työtilajärjestelyihin. Aikaa selvitysvaiheen läpikäymiseen on varattava kohteen ja ongelman laajuudesta riippuen noin kuukausi. Selvitysvaiheen tulokset tulee raportoida niin selkeästi, että myös maallikko voi ne ymmärtää (Työterveyslaitos 2012, 2–5.).

9.2.2 Sisäilmasto-ongelman syiden tutkimusvaihe

Mikäli selvitystyössä tarvitaan useita eri alan asiantuntijoita, voidaan tilaajan puolesta selvitysvaiheen vetäjän esityksen mukaisesti muodostaa konsulttiryhmä. Jos tilaajaorganisaatiolla on sisäilmaryhmä, voidaan myös sen mielipidettä pyytää konsulttiryhmän kokoonpanosta. Konsulttiryhmä muodostuu rakentamisen ja sisäilmastoasioiden asiantuntijoista ja heidän on osoitettava pätevyytensä ko. tehtävään. Konsulttiryhmän toimesta tehdään tarvittavia selvityksiä ja tutkimuksia, joita ovat muun muassa sisäilmastoselvitys, kuntotutkimukset ja terveydelliset selvitykset. Näin voidaan yhdessä terveydenhuollon ammattilaisten kanssa muodostaa kokonaiskuva sisäilmasto-ongelmasta ja välittää se tilaajalle. Tässä luvussa tärkeimmät tutkimukset ja selvitykset käydään sisäilmasto-ongelman selvitysprosessin kannalta läpi pintapuolisesti. Erilaisista tutkimusmenetelmistä on kerrottu tarkemmin kohdassa Kosteusvauroiden havainnointi ja tutkimus (Työterveyslaitos 2012, 3 - 6.)

Sisäilmaselvitys voidaan tehdä kun työntekijän oireilulle ei löydy muuta selitystä, kuten allergiaa ja hän itse epäilee oireiden johtuvan sisäilman ongelmista. Työntekijän alustavassa terveystarkastuksessa kartoitetaan työn altisteita ja työntekijän terveystietoja, jolloin työterveyshuolto voi muodostaa tarkan kuvan siitä, mikä työympäristössä voisi aiheuttaa oireita. Sisäilmaselvityksen tekevät yleensä työterveyshoitaja ja työterveyslääkäri. Mikäli selvityskäynnin tulokset antavat viitteitä sisäilmaongelmasta voidaan työntekijälle tehdä esimerkiksi Työterveyslaitoksen Sisäilmastokysely kuitenkin niin, että sen tekemisestä sovitaan työnantajan kanssa (Alapuro 2014, 6.)

Kuntotutkimus on rakenneosakohtainen ja usein se on myös rakennettava rikkova tai avaava tutkimusmenetelmä. Kuntotutkimuksella saadaan tarkkaa tietoa tutkittavan kohteen kunnosta, vaurioista ja sen syistä sekä laajuudesta. Siihen voidaan sisällyttää kunnostus- tai toimenpide-ehdotus, joka on pohjana korjaustyön suunnittelussa ja toteuttamisessa. Osa tutkimusmenetelmistä on sellaisia, että niistä on ohjeistus, joissa on määriteltä tutkimuksen sisältö, laajuus ja suoritustapa (Rakennustieto 2012 KH 90-40053, 1.)

Sisäilmaston kuntotutkimus täydentää sekä tarkentaa rakennuksen kuntoarviota ja sen avulla voidaan selventää sisäilmaston parantamistarpeet. Sisäilmaston kuntotutkimuksen tarkoitus on rakennuksen sisäilmaston kunnan ja ongelmien selvitystyön vaiheistuksen, että tarpeettomia ja usein vaikeasti tulkittavia pitoisuusmittauksia tehdään vasta tarvittaessa yksinkertaisten selvitysten jälkeen. Sisäilmaston kuntotutkimuksen tuloksena saadaan lähtötietoja tuleville korjaussuunnitelmille ja toimenpiteille. Tutkimukset tulee tehdä pääsääntöisesti lämmityskauden aikana ulkolämpötilan ollessa alle + 5 °C ja mikrobimittaukset talviaikaan niin, että maassa on lumipeite (Sisäilmayhdistys 2014.)

Saadut tutkimustulokset ja mittaukset vaativat selvitysvaiheen vetäjän johtamana moniammatillisen ryhmän selkeän analysoinnin, jotta syntyy kokonaiskäsitys sisäilmasto-ongelman syistä ja laajuudesta. Tuloksena syntynyt yhteenveto on perusta korjaussuunnitteluun ja korjaustarpeen laajuuden arviointiin, jossa eri korjaukset on asetettu kiireellisyysjärjestykseen.

9.2.3 Sisäilmasto-ongelman korjauksen suunnittelu- ja toteutusvaihe

Selvitysvaiheen vetäjä järjestää kokouksen, jossa hän siirtää tiedot korjaussuunnittelu- vaiheeseen. Siinä käydään läpi kaikki selvitystyön tulokset ja niiden pohjalta muodostettu raportti annetaan sisäilmakorjauksiin perehtyneelle korjaussuunnittelijalle henkilökohtaisesti. Tähän kokoukseen kutsutaan selvitysvaiheen vetäjän lisäksi korjaussuunnittelijat, rakennuttajakonsultti, tarvittaessa terveydenhuollon ammattilaiset ja tilaaja.

Selvityksistä saadun tiedon ja tutkimustulosten siirto korjaussuunnittelijoille, korjaustyön toteuttajille sekä työmaan johdolle ja tilaajalle, sekä näiden toimijoiden välinen viestintä, on koko prosessin onnistumisen kannalta keskeisessä roolissa. Selvitysvaiheen vetäjän tehtävänä on varmistaa korjaussuunnitelmien laatu ja niiden merkitys terveysnäkökohtien kannalta ja hän organisoi myös korjausten onnistumisen seurannan. Seuranta tulee mitoittaa sen mukaan, kuinka laaja-alainen ja monisyinen ongelma on (Työterveyslaitos 2012, 2 - 5.).

Korjausvaiheen suunnittelussa tulee ottaa huomioon korjattavien tilojen käyttöturvallisuus niin korjaustyöntekijöiden, kuin myös samassa rakennuksessa olevien tilankäyttäjien kannalta. Myös tilojen välittömät ulkoalueiden käyttäjät on otettava huomioon esimerkiksi pölynpoiston ulospuhallusten suhteen.

Korjaustöiden tarjouspyynnöt ja niiden viittaukset sekä urakointi noudattavat pääosin alan vakiintuneita käytäntöjä, joita ovat mm. YSE 1998, RATU- ohjekortit korjausrakentamisesta ja mikrobivaurioituneista rakenteista, RIL- 250-2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Tärkeää on että urakoiva osapuoli on kosteus- ja sisäilmaongelmiin perehtynyt urakoitsija ja on täten tietoinen niihin liittyvistä rakentamisen erityispiirteistä ja vaatimuksista.

9.2.4 Viestintä ja tiedotus

Onnistuneeseen sisäilmasto-ongelman ratkaisun yksi tärkeimpiä tekijöitä on tiedotus ja viestintä. Hyvä viestintä ei ole pelkästään tiedon välittämistä, vaan vastavuoroista näkemysten vaihtamista. Jotta viestintä- ja tiedotusprosessi toimisi, ei riitä, että kaikki

osapuolet saavat äänensä kuuluviin, vaan heidän täytyy tuntea tulevansa kuulluksi. Koska sisäilmasto-ongelmiin liittyy usein myös terveyteen liittyviä riskejä, liittyy siihen myös tunteita ja ristiriitatilanteita. Niiden käsittelyyn tulisi varautua suhtautumalla niihin avoimesti puhumalla, eikä yrittää vältellä ja sivuuttaa niitä (Työterveyslaitos 2009, 2).

Sisäilmasto-ongelman ratkaisun kannalta tulee laatia viestintäsuunnitelma, ja sitä tulisi tarkastella useasta näkökulmasta. Viestintä ja tiedotus kuuluvat olennaisena osana sisäilmasto-ongelman ratkaisuun heti sen ensi vaiheista asti aina siihen saakka, kun tiloissa on korjaustöiden päätyttyä työskennelty useiden kuukausienkin ajan (taulukko 8). Korjaustoimenpiteiden onnistumisen kannalta on tärkeää, että ongelmatilannetta hoitavan konsulttiryhmän ja urakoitsijoiden sisäinen tiedonkulku ja viestintä toimii moitteettomasti. Oleellista on myös saada riittävät ja tarvittavat tiedot tilojen käyttäjiltä selvitysvaiheen toteuttajille. Tärkeää on miettiä ja suunnitella mistä asioista, missä vaiheessa ja miten tietoa jaetaan tilojen käyttäjille sekä miten huomioidaan ulkoinen viestintä esimerkiksi tiedotusvälineille ja oppilaitostapauksissa kotiväelle. Oleellista on että, tilan käyttäjille tiedotetaan prosessin etenemisestä säännöllisesti kaikissa eri vaiheissa (Työterveyslaitos 2009, 2.)

Taulukko 8. Viestintä osana korjausprosessia (Hilden 2011, 163.)

Käyttäjän rooli	Ilmoittaa ongelmasta	Kommentoii tutkimus-suunnitelmaa, antaa esitietoja tutkimuksen avuksi	Saa tilaisuuden esittää kysymyksiä ja antaa esitietoja tutkimuksen avuksi	Saa tilaisuuden esittää kysymyksiä	Tutustuu korjaustoi-miin paikan päällä työ-maalla	Saa tilaisuuden esittää kysymyksiä
PROSESSIN VAIHE	HAVAITO	ESISELVITYS	TUTKIMUS	KORJAUSTÖIDEN SUUNNITTELU	KORJAUSTYÖT	SEURANTA
	→	→	→	→	→	→
Viestinnän väline	Palaute: puhelimitse, sähköpostitse tms.	Tiedote 1 (tai muu tilanteeseen sopiva väline tai keino)	<i>Tutkimuksen aikaiseen yhteistyöhön liittyvä tiedotus, tarvittaessa alustavat tutkimustiedot.</i>	Tiedote 2 Tiedotus-tilaisuus 1	Tiedote 3 Tiedotus-tilaisuus 2 (tarvittaessa)	Tiedote 4 Seuranta-tilaisuus (tarvittaessa)
Viestinnän pääsisältö	Kerrotaan, että ilmoitus on perillä ja asian selvitys alkaa.	Tutkimus-suunnitelma, tutkimus-aikataulu.		Raportti julkii, tutkimustulokset ja niiden vaikutus.	Toimenpiteet, aikataulu ja vaikutus käyttäjien toimintaan.	Seuranta-tulokset, mahdolliset jatkotoimenpiteet.

Työterveyslaitos julkaisi vuonna 2010 kirjan Selätä sisäilmakiista – viesti viisaasti. Siinä käydään läpi terveysriskejä sisältävien sisäilmasto-ongelmien kertomisesta viestinnän näkökulmasta. Kun viestintä hoidetaan hyvin, vältetään huhumyllyiltä ja julkisuus-kriiseiltä ja voidaan muodostaa vastavuoroisuus, jossa vaihdetaan tietoja ja kokemuksia. Yksi kirjan kirjoittajista, johtava asiantuntija Marjaana Lahtinen, on koonnut kahdeksan kohdan listan asioista, joihin tulee kiinnittää erityistä huomiota sisäilmasto-ongelman viestinnässä.

1. Kerro ennen kuin ihmiset osaavat kysyä. Viestintää on suunniteltava jo siinä vaiheessa kun suunnitella ensimmäisiä ongelmatilanteen selvityksiä tai korjauksia. Viestinnän tulee olla ennakoitua ja suunniteltua.
2. Kuuntele ennen kuin teet mitään. Välittämistä ja myötätuntoa voi osoittaa kuuntelemalla. Viestintä ei ole pelkkää tiedon jakamista, vaan siihen kuuluu vastavuoroinen tietojen, näkemysten ja kokemusten vaihto.
3. Säilytä luottamus. Luottamuksen menetys voi johtaa jopa siihen, että sisäilmasto-ongelman ratkaisemisen jälkeen valitus voi jatkua.
4. Tunnista kohderyhmät. Pohdi, mitkä ovat tahot, joille sisäilmasto-ongelmasta pitää ilmoittaa. Suurissa työpaikoissa on hyvä ilmoittaa muillekin tilojen käyttäjille, kun pelkästään niille, joita asia suoraan koskettaa. Lasten vanhemmat on erityisesti otettava huomioon.
5. Käytä tiedotuksessa selkeää arkikieltä. Tutkijoiden lausunnot vilisevät tavalliselle kuulijalle vieraita termejä. Parasta on laatia tiedote, joka pohjautuu arkikielen käyttöön.
6. Älä salaile. Oli asia sitten hyvä tai huono, uutiset tulee kertoa. Lopulta asioiden salailu paljastuu kuitenkin ja tällöin menetetään luottamus. Kerro reilusti myös se mitä ei tiedetä.
7. Pidä tilan käyttäjät ajan tasalla. Tiedota ja viesti aina, kun tapahtuu, mutta varsinkin silloin kun mitään näkyvää ei tapahdu. Sisäilmasto-ongelman selvitysvaihe ja korjaus-

suunnittelu voivat viedä melkoisesti aikaa ja tällöin saattaa muodostua kuva, että asiaa ei hoideta ja se on jäänyt kesken

8. Pidä onnistumista esillä. Onnistuminen muistetaan ja siitä on apua, jos myöhemmin tulee eteen uusia ongelmia (Lahtinen 2010, muokattu.)

Niin kuin kaikissa sisäilmasto-ongelmaan liittyvissä teknisissä ratkaisuissa ja tutkimuksissa, tulee viestinnässäkin olla johdonmukainen ja perustaa viestintä sen hetkisen tiedon ja tosiasioiden varaan. Viestintää tulee hallita ja se muistaa sen yllättävätkin piirteet nykyisessä nopeatempoisessa tietoyhteiskunnassa. Pahimmillaan viestinnän puute tai hitaus voi kääntyä itseään vastaan, kun sitä alkaakin hallita ongelmatilannetta hoitavien sijaan ulkopuoliset tahot. Vaikeneminen on myös todella vahva viesti ja tästä on paljon esimerkkejä yritysmaailmasta. Monet yritykset ovat joutuneet julkisesti pahoittelemaan toimintaansa sen jälkeen, kun ulkopuolisen viestinnän paine ja julkisuus ovat kasvaneet haittaavaksi tekijäksi.

10 SISÄILMAN JA KOSTEUDENHALLINAN OPAS

10.1 Tarve sisäilman ja kosteudenhallinnan oppaalle

Satakunnan koulutuskuntayhtymässä (Sataedu) on kiinteistömassaa yhteensä noin 7 hehtaaria ja se on jakaantunut usean kunnan alueelle. Kiinteistöjen ikäjakauma on sellainen, että siihen mahtuu usean vuosikymmenen aikana rakennettuja kiinteistöjä. Kankaanpään toimipisteessä tehtiin helmikuussa 2013 työsuojelutarkastus, jonka tarkastuskertomuksessa aluehallintaviraston tarkastaja totesi tiettyjen rakennusten osalta työntekijöillä sisäilmaongelmaan viittaavia oireiluita. Tarkastusraportissaan aluehallintaviraston tarkastaja edellytti työnantajaa selvittämään jo tehtyjen korjausten onnistumista ja laatimaan tarvittavan ohjeistuksen home- ja kosteusvaurioiden hallitsemiseksi sekä perehdyttää henkilökunta siihen. Tarkastuksessa edellytettiin myös tehtäväksi mittauksia ja selvitys ongelmarakennusten tilasta.

Sataedun tekniikan alan rehtorin käännyttyä allekirjoittaneen puoleen kosteuskartoituksen tekemisestä edellä mainittuihin rakennuksiin ja raportoinnista aluehallintavirastoon, nousi esille aluehallintaviraston vaatimus kosteus- ja homevaurioiden ohjeistuksen laatimisesta. Päädyimme siihen, että olisi parasta tehdä Sataeduun kaikille yhteinen sisäilman ja kosteudenhallintaopas, ja se voitaisiin laatia kehitystyönä Tampereen ammattikorkeakoulun rakentamisen ja talotekniikan ylempään AMK-tutkintoon.

Kehitystyön aikana Sataedun Kankaanpään toimipaikassa tehtiin sähköalan osastolla mittavat korjausrakennustyöt johtuen kosteus- ja homeongelmista aluehallintaviraston vaatiman seurantamittauksen johdosta. Allekirjoittanut toimi projektin vastuuhenkilönä ja rakennushankkeen vastaavan mestarina. Rakennuksen kerrosala oli 2600 m² kahdessa tasossa. Rakennus on valmistunut kahdessa vaiheessa 1980-luvulla ja laajennus 2002. Vaurioita oli sekä vanhassa osassa että uudessa. Vanhan osan vauriot johtuivat kiinteistöhuollon puutteista ja uuden osan yllättäen rakennusvirheistä (kuvat 5 ja 6) (Mäntynen 2013, 3.) Kehitystyön aikana koko rakennus saneerattiin ja viimeiset tehostetut loppusiivoukset tehdään 2014 joulukuussa.



Räystään puurakenteet olivat lahonneita ja pitempiaikaisen kosteusrasituksen vaurioittamia.



Samassa kohdassa ulkoseinärakenteen ulkopuolella tiilivuoraus oli märkää räystään korkeudelta sokkeliin asti (kelt)

Kuva 6. Ote koulurakennuksen kosteuskartoitusraportista, jossa on todettu valumavesien pääsevän ulkoseinärakenteen sisään puutteellisesta räystäärakenteesta (Mäntynen 2013, 10)



2002 valmistuneen uuden osan perusmuuriin jääneet puiset valuvälikkeet



2002 valmistuneen uuden osan kattovedet valuivat perustuksien kautta sisätilojen ontelolaatastoa pitkin alakerran käytävälle.

Kuva 7. Ote kosteuskartoitusraportista, jossa on todettu koulurakennuksen uuden laajennusosan kosteusvauriolähteiden aiheutuvan rakennusvirheistä (Mäntynen 2013, 13)

10.2 Sisäilman ja kosteudenhallintaopas

Oppaan (liite 1) tavoitteena on hyvä sisäilma, johon meistä jokainen voi vaikuttaa. Oppaassa käydään läpi sisäilman keskeisimmät tekijät ja ongelmat sekä myös ne arkiset keinot, joilla voidaan vaikuttaa parempaan sisäilmaan. Näitä ovat lämpötila, ilmanvaihto ja ilmastointi sekä rakennus- ja sisustusmateriaalit. Oppaassa käydään myös läpi kosteus- ja homevaurioita.

Oppaan pohjaksi kerätty taustatieto on pyritty hakemaan kosteus- ja homevaurioista olevasta viimeisimmästä tiedosta ja tutkimuksista. Opasta tehdessä oli melkoinen yllätys, että kosteus- ja homeongelmia on tutkittu niin paljon ja osa tutkimuksista oli tehty jo 1980-luvulla ja 1990-luvulla näyttäisi aihealueen tutkimus päässeen melkoiseen vauhtiin. Onkin hieman surullista, että jo silloin on havaittu selviä korrelaatioita kosteus- ja homevauriokohteiden ja ihmisten oireilun välillä, mutta samojen ongelmien kanssa tuskailtaan vielä tänäkin päivänä.

Oppaan rakenne lähtee siitä, että alussa käydään läpi sisäilman ja kosteudenhallinnan toimintaperiaatteita ja keskeisiä tekijöitä. Sen jälkeen keskitytään toimintamalliin sisäilmaongelman kohdatessa. Lopussa käydään läpi ennaltaehkäisevät toimenpiteet sisäilma- ja kosteusongelmien ehkäisemiseksi.

Aihealueesta päivittyvää tietoa tulee enenevissä määrin ja oppaan tekijästä tuntuu, että olemme vasta päässeet alkuun home- ja kosteusvaurioiden yhteydestä terveyshaittoihin sekä siitä, miten niitä tulisi tutkia. Nyt laadittu opas otetaan käyttöön vuoden vaihteessa 2014–15.

Oppaan ehkäpä tärkein osuus on toimintamalli sisäilmaongelmissa. Se tulee olemaan osa Sataedun henkilöhallinnon toimintaohjetta ja siinä osana työsuojelua. Toimintamallin toimivuutta päästään testaamaan vuoden vaihteen 2014–15 vaihteen jälkeen, kun se otetaan osaksi Satedun toimintaohjetta. Vasta käyttökokemuksien jälkeen voidaan päätellä oppaan ja ohjeistuksen soveltuvuudesta Sataedun tarpeisiin ja kehittää mallia edelleen.

11 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kosteus- ja homevauriot sekä sisäilman ongelmat ovat valitettavan yleisiä. Lähteestä riippuen voidaan päätellä, että asuinrakennuksistamme lähes 50 % ja toimitilarakennuksistamme 30 % on jollakin tavalla kosteusvaurioitunut. Tutkimusten ääripäät kosteusvaurioituneiden rakennusten osalta olivat 10 % ja 82 %. Tulosten melkoinen hajonta kertoo osaltaan siitä, että yhteistä kriteeristöä ja tutkimustapaa kosteus- ja homevaurioiden sekä home- ja kosteusvaurioiden ja sisäilmaongelmien luotettavaan todentamiseen ei vielä ole.

Koulurakennusten kosteus- ja homevaurioita sekä sisäilmaongelmia on tutkittu enenevässä määrin viimeisen 15 vuoden aikana. Viimeisimpiä tutkimuksia on tehty Euroopassa toteutetun HITEA-hankkeen puitteissa vuonna 2013. Sen tuloksena arvioitiin, että 24% Suomen kouluista kärsii kosteusongelmista. Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen ja Opetushallituksen vuonna 2008 yhteistyönä tekemän tutkimuksen mukaan jopa 40 % oppilaitoksistamme kärsii työoloja ja opetusta haittaavista home- ja kosteusvaurioista sekä rehtorien mukaan yli 20 %:ssa on homealtistusta (Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2014; Väyrynen ym. 2008, 154.)

Ero HITEA-hankkeen ja THL:n tuloksien välillä on merkittävä. Kosteus- ja homeongelmien tunnistaminen ja kokeminen haitalliseksi lienee yksi syy siihen, että rakennusten käyttäjille tehdyn kyselytutkimuksen ja kosteusongelmien kanssa tekemissä olevien ammattilaisten kenttätutkimuksen tuloksissa on eroa. On kuitenkin muistettava, että rakennusten käyttäjät ovat ensisijaisesti niitä, jotka kosteus- ja homeongelmaisissa tiloissa ovat. Heidän kokemuksensa saattavat itse asiassa olla tärkeimpiä, pohdittaessa tilojen sisäilman laatua ja mahdollisia terveyshaittoja.

Koulurakennusten yleisin kosteusvaurioitunut rakenneosa oli alapohja, riippumatta siitä, oliko kyseessä kivikoulu vai puurakenteinen koulu. Lähes kolmannes ongelmakoulujen kosteusvaurioista esiintyi alapohjissa ja suuruusluokka korreloi yleisesti esimerkiksi pientaloihin tehtyjen tutkimusten kanssa. Myös vaurion aiheuttaja oli pitkälti sama kuin muissa tutkimuksissa. Mekaaninen väsyminen kuten ruostuminen tai murtuminen on yleisin vaurioiden syy (Pirinen 2006, 72; Meklin ym. 2008, 8; Finanssialan Keskusliitto 2009, 23.)

Ilmanvaihdon tärkeys sisäilman laatuun on merkittävä. Ilmanvaihtojärjestelmien kesken ei kuitenkaan ollut niin suurta eroa, kuin olisi voinut nykytekniikan aikana olettaa. Itä-Suomen yliopistossa 2010 tehty tutkimus asetti kyseenalaiseksi koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon ylivoimaisuuden verrattuna, painovoimaiseen ilmanvaihtoon. Tutkimuksen mukaan koneellisella ilmanvaihdolla varustetuissa asunnoissa ei saavutettu merkittävästi parempaa sisäilman laatua kuin painovoimaisella toteutetuissa asunnoissa. Syynä tähän oli koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän huollon laiminlyönti sekä järjestelmien ja laitteiden virheellinen käyttö (Hurme 2010, 53–54).

Sisäilmaongelmat on jo pitkään arvioitu yhdeksi maamme suurimmista ympäristöterveysongelmista ja merkittävämmäksi syyksi tähän on esitetty rakennusten kosteus- ja homevaurioita. Huolimatta erilaisista toimenpiteistä ja panostuksesta asiaan, on tilanteen jopa arvioitu pahentuvan tulevaisuudessa ja kysymys onkin merkittävästä yhteiskunnallisesta ongelmasta. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 7.)

Kosteus- ja homevaurioista seuraavien terveyshaittojen kiistaton todistaminen asiantuntijoiden kesken on kiistanalaista. Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen verkkosivuilla kerrotaan, ettei syy-seuraussuhdetta kosteusvaurioiden ja minkään terveysvaikutuksen välillä ole varmuudella todettu. Tämä johtuu siitä, ettei vielääkään tiedetä, mitkä ovat tekijät oireiden ja sairauksien takana. Toisaalta THL:n mukaan kuitenkin on vakuuttavaa näyttöä siitä, että kosteusvauriot aiheuttavat normaalia enemmän ylähengitystieoireita kuten yskää ja nenäoireita, hengityksen vinkunaa, hengenahdistusta sekä hengitystieinfektioita. Samoin on laita astman kanssa, koska näyttöä on, että myös altistuville kehittyy herkemmin astma tai heidän astmaoireensa pahenevat. (THL 2014, verkkosivut.)

THL:n verkkosivujen tiedot vaikuttavat hieman ehkä varovaisilta siinä mielessä, että samaan aikaan maamme alan huippututkijat, joista osa on THL:n palveluksessa, esittelevät selkeästi varmempia tietoja kosteusvaurioiden terveyshaitoista omissa kommentissaan, esityksissään ja luentomateriaaleissaan. Esimerkiksi THL:n johtavan tutkijan, dosentti Anne Hyvärisen mukaan harva enää kiistää sen, että rakennusten kosteus- ja homevauriot aiheuttavat terveyshaittoja, vaikka kaikkia syitä siihen ei ole vielä pystytty osoittamaan (Hyvärinen 2012, blogikirjoitus.)

Eduskunnan tarkastusvaliokunnan asettama home- ja kosteusongelmien työryhmän mukaan merkittävästi vaurioituneissa rakennuksissa asuu, oleskelee ja työskentelee kaiken kaikkiaan yli 560 000 - 800 000 ihmistä, joista pelkästään peruskoululaisia ja lukiolaisia on yli 100 000 (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2013, 8.) Ministerinä toimineen kansanedustaja Tuija Brax mukaan, luvut ovat ns. varman päälle eli alakanttiin, joten todellisuudessa ihmisiä joita home- ja kosteusvauriot koskevat on enemmän.

Eduskunnan tarkastusvaliokunnan asettama työryhmä arvioi terveysvaikutusten taloudelliset vaikutusten olevan varovaisesti arvioiden oleva 450 miljoonaa euroa ja pahimmillaan jopa miljardin luokkaa. Kun huomioidaan, että kosteus- ja homeongelmat ovat kasvava ilmiö, on erittäin tärkeää saada ongelmien lisääntyminen ja sitä kautta niiden väheneminen kuriin. (Eduskunnan tarkastusvaliokunta 2012, 149 ja 2013, 11.)

Erilaisia kosteus- ja homevaurioiden tutkimus-, tarkastus-, kartoitus- ja arviointimenetelmiä on paljon ja niiden erot toisistaan ovat epäselviä niin tilaajille kuin paikoin itse tekijöillekin. Joissakin havainnoissa tyydytään aistinvaraisiin menetelmiin ja toisissa taas avataan rakenteita. Joissain tapauksissa otetaan näytteitä laboratoriota varten ja toisinaan avataan rakenteita, jotta voidaan todentaa vaurion olemassaolo, sen aiheuttaja ja vaurion laajuus. Tutkimus-, tarkastus-, kartoitus ja arviointimenetelmien termistö on toisiaan muistuttava ja niiden toiminnallinen erottaminen toisistaan on jopa alan ihmisillekin toisinaan vaikeaa (taulukko 3). Yhteistä kaikille on kuitenkin havaintojen ja tulosten raportointi, jossa esitetään mahdolliset jatkotoimenpiteet sekä asiantuntijoiden käyttö.

Tutkimus- ja tarkastusmenettelyyn on kattava ohjeisto Rakennustietosäätiön ohjekortistossa. Lisäksi tarjolla on pätevyyskoulutusta ja pätevyystutkintoja. Erilaisten nimikkeiden ja tarkastusmenetelmien määrä on kuitenkin melkoisen kirjava. Yhteinen ja kaikille osapuolille samalla tavalla ymmärrettävä toimintatapa ole vielä vakiintunut, kuten on asian laita esimerkiksi auton katsastuksessa.

Sisäilmaluokitus 2008 on otettu laajaan käyttöön ja siitä on saatu laajalti käyttökokemuksia. Se toimii ohjeistuksena lähes kaikessa toimitilarakentamisessa ja siihen perustuvaan rakennusmateriaalien ja ilmanvaihtotuotteiden päästöluokituksen parhaimpaan luokkaan on hyväksytty jo yli 1300 tuotetta. Luokituksen antamia sisäilmaston tavoite-

ja suunnitteluarvoja käyttävät rakennuttajat, suunnittelijat, laitevalmistajat, urakoitsijat sekä rakennusten käyttöhenkilöstö. Luokitusasiakirjaan viitataan yleensä rakennusselostuksessa ja LVI-selostuksessa ja se täydentää rakentamiseen liittyviä asiakirjoja, mutta ei luonnollisestikaan kumoa viranomaissäännöksiä ja niistä julkaistuja tulkintoja (Sisäilmayhdistys 2014.)

Sisäilmanongelman selvittämiseen löytyy useita ohjeita ja malleja sekä prosessikuvauksia ja esimerkiksi Työterveyslaitos on laatinut sisäilmaongelmiin tilaajan ohjeen sisäilmasto-ongelman selvittämiseen. Ohjeistuksia, toimintamalleja ja prosessikuvauksia on siis kattavasti saatavilla, joka toisaalta kertoo siitä, että sisäilmaongelmiin suhtaudutaan vakavasti. Kuitenkin yhä enenevissä määrin uutisoidaan uudehkojen ja uusien rakennusten sisäilmaongelmista ja saneerattujen rakennusten korjaustoimenpiteiden epäonnistumisesta.

Onnistuneeseen sisäilmasto-ongelman ratkaisun yksi tärkeimpiä tekijöitä on tiedotus ja viestintä. Niin kuin kaikissa sisäilmasto-ongelmaan liittyvissä teknisissä ratkaisuissa ja tutkimuksissa, tulee viestinnässäkin olla johdonmukainen ja perustaa viestintä sen hetken tiedon ja tosiasioiden varaan. Viestintää tulee hallita ja se muistaa sen yllättävätkin piirteet nykyisessä nopeatempoisessa tietoyhteiskunnassa. Pahimmillaan viestinnän puute tai hitaus voi kääntyä itseään vastaan, kun sitä alkaakin hallita ongelmatilannetta hoitavien sijaan ulkopuoliset tahot.

Sataedun Sisäilman ja kosteudenhallinnan oppaan tarve oli ilmeinen. Kiinteistöjen ikäjakama ja massa on sellainen, että siihen mahtuu usean vuosikymmenen aikana rakennettuja kiinteistöjä ja niiden keskitetyn hallinnan kannalta toimipaikkojen hajanainen sijainti toisiinsa nähden on ongelmallista. Ongelmatapauksia kosteusvauroiden suhteen tulee ilmi sitä mukaa kun kiinteistöjen historia ja nykytilanne alkaa hahmottua.

2013 työsuojelutarkastuksen jälkeen aluehallintaviraston tarkastaja edellytti työnantajaa selvittämään jo tehtyjen korjausten onnistumista ja laatimaan tarvittavan ohjeistuksen home- ja kosteusvauroiden hallitsemiseksi sekä perehdyttää henkilökunnan siihen.

Kehitystyönä tehdyn oppaan pohjaksi kerätty taustatieto on haettu kosteus- ja homevaurioista olevasta viimeisimmästä tiedosta ja tutkimuksista. Opasta tehdessä oli melkoinen

yllätys, että kosteus- ja homeongelmia on tutkittu niin paljon ja 1990-luvulla näyttäisi aihealueen tutkimus päässeen melkoiseen vauhtiin. Onkin hieman surullista, että jo silloin on havaittu selviä korrelaatioita kosteus- ja homevauriokohteiden ja ihmisten oireilun välillä, mutta samojen ongelmien kanssa tuskaillaan vieläkin.

Oppaassa käydään läpi sisäilman ja kosteudenhallinnan toimintaperiaatteita ja keskeisiä tekijöitä sekä keskitytään toimintamalliin sisäilmaongelman kohdatessa. Lisäksi käydään läpi ennaltaehkäisevät toimenpiteet sisäilma- ja kosteusongelmien ehkäisemiseksi. Aihealueesta päivittyvää tietoa tulee enenevässä määrin ja oppaan tekijästä tuntuukin, että olemme vasta päässeet alkuun home- ja kosteusvaurioiden yhteydestä terveyshaittoihin sekä siitä, miten niitä tulisi tutkia. Nyt laadittua opas otetaan käyttöön vuoden vaihteessa 2014-15.

Oppaan ehkäpä tärkein osuus on toimintamalli sisäilmaongelmissa. Se tulee olemaan osa Sataedun henkilöhallinnon toimintaohjetta ja siinä osana työsuojelua. Toimintamallin toimivuutta päästään testaamaan vuoden vaihteen 2014-15 vaihteen jälkeen, kun se otetaan osaksi Satedun toimintaohjetta. Vasta käyttökokemuksien jälkeen voidaan päätellä oppaan ja ohjeistuksen soveltuvuudesta Sataedun tarpeisiin ja kehittää mallia edelleen.

LÄHTEET

- Alanne K. 2011. Rakenne- ja rakennustuotannon perusteet, LVI-tekniikka. Aalto-yliopisto. Insinööritieteiden korkeakoulu. Luentomateriaali. Luettu 12.8.2014.
https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/rak-0.1200/luennot/Rak-0_1200_lvi-tekniikka.pdf
- Alapuro T. 2014. Sisäilmaselvityslomake suunnattuihin työpaikkaselvityksiin. Hoito-työn koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Eduskunnan tarkastusvaliokunta, 2012. Rakennusten kosteus- ja homeongelmat, eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 1 / 2012. Espoo.
- Finanssialan Keskusliitto. 2007. Rakennusten ja huoneistojen vesivuotovahinkojen tutkiminen -ohje. Helsinki: Finanssialan Keskusliitto.
- Finanssialan Keskusliitto. 2009. Vuotovahinkoselvitys. Helsinki: Finanssialan Keskusliitto.
- Haukijärvi M. 2005. Juko – ohjeistokansio julkisivukorjaushankkeen läpiviemiseksi: Rakenteet ja korjausmahdollisuudet. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.
- Hautala, T. 2003. Opportunistiset sieni-infektiot. Oulun yliopiston sairaala, Sisätautien klinikka. Luettu 27.4.2014.
<http://cc.oulu.fi/~sisawww/esit/030417.htm>
- Hengityслиitto. 2014. Sisäilma sairastuttaa –seminaari. Helsinki: Eduskunnan kansalaisinfo. Hengityслиiton videojulkaisu seminaarista.
 Luettu 5.5.2014.
https://www.youtube.com/watch?v=wzgAQc-_HGg
- Hengityслиitto. 2014. Sisäilmaopas. Allergia- ja Astmaliitto ry ja Hengityслиitto. Verkkojulkaisu. Luettu 5.5.2014.
<http://www.hengityслиitto.fi/sites/default/files/oppaat/sisailmaopas.pdf>
- Hilden S. 2011. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen. Rakentajan kalenteri 2011. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy ja Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL ry, 163–163.
- Hodge, K. 2011. Kuva luettu 22.2.2014.
<http://www.flickr.com/photos/cornellfungi/5613737079/in/set-72157626360389783/>
- Holopainen R., Reijula K. 2012. Kosteusvaurion vähentäminen rakennuksissa. Talotekniikkajärjestelmät rakennusten kosteusvaurioiden aiheuttajina. Helsinki: Työterveyslaitos.
- Hometalkoot.fi. Ympäristöministeriö 2014. Luettu 1.4.2014.
<http://hometalkoot.fi/>
- Husman, T., Roto, P. & Seuri, M. 2002. Sisäilma ja terveys – tietoa rakentajille. Kansanterveyslaitos. Kuopio: Kuopion yliopiston painatuskeskus.

Hyvärinen, A. 2012. THL:n blogi. Epäilyalaiset mikrotoksiinit 17.10.2012. Luettu 3.5.2014.

<https://blogi.thl.fi/blogi/-/blogs/epailynalaiset-mikrobitoksii->

[nit?p_p_auth=qRH2QWMO&_33_redirect=https%3A%2F%2Fblogi.thl.fi%2Fblogi%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_advancedSearch%3Dfalse%26_3_groupId%3D10178%26_3_keywords%3Dkosteusvaurio%26_3_delta%3D20%26_3_cur%3D1%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_format%3D%26_3_assetTagNames%3Dhomevauriot%26_3_andOperator%3Dtrue](https://blogi.thl.fi/blogi/-/blogs/epailynalaiset-mikrobitoksii-nit?p_p_auth=qRH2QWMO&_33_redirect=https%3A%2F%2Fblogi.thl.fi%2Fblogi%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_advancedSearch%3Dfalse%26_3_groupId%3D10178%26_3_keywords%3Dkosteusvaurio%26_3_delta%3D20%26_3_cur%3D1%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch%26_3_format%3D%26_3_assetTagNames%3Dhomevauriot%26_3_andOperator%3Dtrue)

Hyvärinen, A. 2013. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Kansanterveyspäivät 9.12.2013, luentokalvot. Luettu 4.5.2014.

<http://www.videonet.fi/THL/20131209/11/hyvarinen.pdf>

Ilveskoski O. 2014. Johdatus korjausrakentamiseen 2014. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu. HAMKin e-julkaisuja 10/2014. Luettu 26.10.2014

https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&cad=rja&uact=8&ved=0CCYQFjABOAo&url=http%3A%2F%2Fwww.theseus.fi%2Fbitstream%2Fhandle%2F10024%2F41625%2FOjanaho_Heikki.pdf%3Fsequence%3D1&ei=Q9ZMVIOwHuOtygORsY-KICg&usg=AFQjCNGvloVPusHggITOCXotTpY_FPXoug&sig2=dwvW2ozD_EVfaAsvc6u3Jw

Julkisivuyhdistys ry. 1997. Julkisivujen korjausopas. Helsinki: Suomen Mediakamari Oy.

Juuti P., Rajala R. 2013. Vesi ei jouda seisomaan. Saarijärvi: Kurikan Vesihuolto

Järvenpään Vesi 2014. Luettu 20.10.2014.

http://www.jarvenpaa.fi/jarvenpaa/attachments/text_editor/732.pdf

Ketola J. 2014. Painovoimaisen ilmanvaihdon käyttö ja huolto. Tampere: Pirkanmaan rakennuskulttuuriyhdistys ry.

Kosteus ja hometalkoot. Tunnista ja tutki riskirakenteet, opetusmateriaali. Ympäristöministeriö. Luettu 20.5.2014.

http://devhometalkoot.mcasiakas.net/filebank/904Tunnista_ja_tutkiriskirakenne2012.pdf

Kurnitski J., Hyttinen M., Pasanen P., Asikainen V., Matilainen M. 1999. Ryömintätilan kosteus ja mikrobit. Raportti B62. Helsinki: Helsingin yliopisto, Teknillinen korkeakoulu.

Korjaustieto.fi. 2011. Tyypilliset kosteus- ja homevauriot 1960-luvulla ja aiemmin rakennetuissa pientaloissa. Luettu 10.9.2014.

<http://www.korjaustieto.fi/pientalot/sisailmaongelmat/kosteus-ja-homevauriot/tyypilliset-kosteus-ja-homevauriot-1960-luvulla-ja-aiemmin-rakennetuissa-pientaloissa.html>

Käsnänen S. 2012. Hyvän ilman puolesta- pilottihanke Vaajakosken koulu. Ympäristö-tekniologian koulutusohjelma. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Köykkä K. 2013. Tarpeenmukainen ilmanvaihto koulurakennuksessa. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Lahtinen M. 2010. Viesti viisaasti sisäilmaongelmasta. Työ Terveys Turvallisuus lehtiartikkeli 6/2010.

Leivo V. 1997. Koulujen kosteus- ja homevauriokorjaukset, julkaisu 75. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu.

Leivo V., Rantala J. 2002. Maanvastaaiset alapohjarakenteet – Kosteustekninen mitoittaminen ja korjaaminen, julkaisu 121. Tampere: Tampereen Teknillinen Korkeakoulu.
Mansukoski M. 2013. Epämääräisestä oireilusta ympäristösairauteen. Sisäilmasta sairastuminen lääketieteellisenä kiistana. Helsingin yliopisto. Pro gradu –tutkielma.

Meklin T., Putus T., Hyvärinen A., Haverinen-Shaughnessy U., Lignel U., Nevalinen A. 2008. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Kansanterveyslaitos. Kansanterveyslaitoksen ohjeita ja suosituksia C2 / 2008.

Mäntynen T. 2013. Kiinteistön kunnon arviointi ja kosteusmittaus, raportti 6/13. Valokuva kohteesta.

Mäntynen T. 2014a. Kiinteistön kosteuskartoitus, raportti 4/14.

Mäntynen T. 2014b. Kiinteistön kunnon arviointi ja kosteusmittaus, raportti 5/14. Valokuva kohteesta.

Nieminen J., Kouhia I., Ojanen T., Knuuti A. 2013. Kosteusteknisesti toimivia korjausrakentamisen periaateratkaisuja. Julkaisu 144. Espoo: VTT

Nimana J. 2008. Sian lietalannan biologisen hajunpoistoprosessin mikrobiston identifiointi dna-sekvenssien perusteella. Ympäristötekniologian koulutusohjelma. Lahden ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Partanen, P., Jääskeläinen E., Nevalainen A., Husman T., Hyvärinen A., Korhinen L., Meklin T., Miller K., Forss P., Saajo J., Röning-Jokinen I., Nousiainen M., Tolvanen R., Henttinen I. 1995. Pientalojen kosteusvauriot yleisyyden ja korjauskustannusten selvittäminen. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B6/1995. Kuopio: Kansanterveyslaitos ympäristöbiologian osasto.

Peltola S. 2008. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen, Suunnittelijan opas koulurakennusten sisäilmasto-ongelmien ja kosteusvaurioiden korjaamiseen. Helsinki: Opetushallitus

Peltola R. 2010. Rakennusfysiikka –kosteus ja ilmatiiveys. Luentokalvot ppt-muodossa.

- Pentti M., Hyypöläinen T. 1999. Ulkoseinärakenteiden kosteustekninen suunnittelu. Julkaisu 94. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- Pirinen J. 2006. Pientalojen mikrobivauriot. Lähtökohtana asukkaiden kokemat terveyshaitat. Hengitysliiton julkaisuja 19/2006. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Väitöskirja.
- Perchtold, A. 2013. Selvitys kosteusvauriomikrobien ja niiden aineenvaihduntatuotteiden näytteenotto- ja analysointimenetelmistä. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Lahden ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Putus, T. 2010. Home ja Terveys. Kosteusvauriohomeiden ja hiivojen terveyshaitat. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. Vammala, Vammalan Kirjapaino Oy.
- Putus, T. 2014. Putuksen verkkosivusto, Tärkeimmät mikrobisuvut. Luettu 26.4.2014. http://indooraid.com/?page_id=27#Stachybotrys
- Putus, T. 2014. Sisäilma-altisteiden terveyshaitat tutuiksi, Putuksen luento 5.3.2014 Kokkolassa, luentokalvot, Luettu 26.4.2014. <https://docs.google.com/file/d/0B74MEr1I-koAZzdtYVVhUkdpUnM/edit>
- Rakennusinsinöörien liitto ry, 2011. RIL 250-2011 Kosteuden hallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- Rakennusperintö.fi 2014. Tilastoja rakennuskannasta. Luettu 20.10.2014. http://www.rakennusperinto.fi/kulttuuriymparisto/rakennuksia_ja_ymparistoja/fi_FI/tilastoja_rakennuskannasta/#ika
- Rakennusteollisuuden koulutuskeskus RATEKO. 2014. A-vaativuusluokan kosteusteknisen kuntotutkijan pätevyitymiskoulutuksen koulutusohjelma. Luettu 20.10.2014. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Global/Rateko/>
- Rakennustietosäätiö RTS. 2007. KH-kortti 90-40053, Kiinteistön ja asunnon kunnon selvitysmenetelmiä. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustietosäätiö RTS. 2009. KH-kortti 27-00422, Sisäilmaluokitus 2008. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustietosäätiö RTS. 2012. KH-kortti 90-00495, Kiinteistön kuntoarvio - Kunto- luokan määräytyminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustietosäätiö RTS. 2012. RT-kortti 18-11059, Asuinkiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustietosäätiö RTS. 2014. M1- vaatimukset ja luokiteltujen tuotteiden käyttö. Verkkosivu. Luettu 20.11.2014. https://www.rakennustieto.fi/index/rakennustieto/rakennusmateriaalienpaastoluokitus/m1-vaatimukset_ja_luokiteltujen_tuotteiden_kaytto.html
- Rasinkangas, R. 2014. Tieteen ja ajattelun historiaa. Luettu 23.2.2014. http://cc.oulu.fi/~rar/historia/H_1960-.html

Reijula, K. 2005. Sairaaloiden kunto ja ilmanvaihto. Selvityshenkilön raportti. Sosiaali- ja terveysministeriön työryhmämuistioita 2005:3.

Renvall, P. 2002. Kuopion luonnontieteellinen museo . Kemiaallista sodankäyntiä lahopuussa, opaskuva. Luettu 2.5.2014.
http://www.kuopionluonnontieteellinenmuseum.fi/pdf/kont_lahopuu_2_net.pdf

Ruojoki J. Kosteus- ja homeongelmien määrä ja syyt kuntien rakennuksissa 2005. Helsinki: Suomen Kuntaliitto.

Salonen-Salkinoja, M. 2012. Kosteusvaurioiden mikrobiologiaa ja toksologiaa. Seminaariesitelmä, Porthania, Helsingin Yliopisto, 2.11.2012. Luettu 20.3.2014.
<https://tuhat.halvi.helsinki.fi/portal/files/24338502/FLYSalkinojaSalonenb.pdf>

Sell, R. 2013. Kattorakenteiden tuuletus- ja kosteusongelmien korjaaminen. Rakennustekniikan linja. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Seppälä, P. 2013. Rakentamisprosessin kosteudenhallinta. Oulun yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut/ rakennusvalvonta. Luettu 2.4. 2014.
<http://www.ouka.fi/documents/486338/4e193c48-4fbc-4878-befb-b94b055ac31f>

Siikanen U. 2008. Puurakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sisäilmayhdistys. 2014. Sisäilmaluokitus. Luettu 20.11.2014.
<http://www.sisailmayhdistys.fi/sisailmastoluokitus/>

Sisäilmayhdistys. 2014. Terveelliset tilat – tietojärjestelmä. Luettu 15.7.2014.
<http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/>

Sosiaali- ja terveysministeriö, 2010. Kosteus- homevaurioiden valvonta. Työsuojeluvalvonnan ohjeita 3 / 2010.

Sosiaali- ja terveysministeriö 2013. Loppuraportti: Toksikologisen menetelmän kehittämissuunnitelma TOXTEST 2010-2012. Luettu 26.4.2014
http://www.stm.fi/c/document_library/get_file?folderId=6556944&name=DLFE-25910.pdf

Suomen rakentamismääräyskokoelma 1.1.1999/C2 Kosteus
 Määräykset ja ohjeet 1998.

Suomen rakentamismääräyskokoelma 1.10.2010/D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto.
 Määräykset ja ohjeet 2010.

Suomen Sisäilmakeskus Oy 2012. Lehtiartikkelit. Hometta näkyvissä. Luettu 1.5.2014.
http://www.sisailmakeskus.fi/kuvat/file/Hometta%20n%C3%A4kyviss%C3%A4,%20Is%C3%A4nn%C3%B6inti%20-lehti%201_2012.pdf

Terveiden ja hyvinvoinnin laitos 2014, verkkosivut. Kosteusvaurion aiheuttamat oireet ja sairaudet. Luettu 4.5.2014.

http://www.thl.fi/fi_FI/web/fi/aiheet/tietopaketit/hometalo/oireet_ja_sairaudet

Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. 2014.Hitea-hanke. Koulututkimus sisäilman biologisten epäpuhtauksien vaikutus oppilaiden ja opettajien terveyteen kouluissa.

Luettu 2.10.2014.

<http://www.hitea.eu/index.php/results?start=22>

Tourula M., Rautio A., 2014. Terveyttä Luonnosta. Oulu: Thule-instituutti Oulun Yliopisto, Metsähallitus ja Oulun Seutu.

Turpeinen, J. 2005. Rakennusperinteen ystävät ry:n verkkosivusto. Artikkelit: Puurakennusten hyönteisvauriot. Luettu 3.5.2014.

<http://www.tuuma.net/artikkelit.php>

Työterveyslaitos 2009. Tietokortti 17. Sisäilmaongelmien ratkaisun toimintamalli. Helsinki. Verkkojulkaisu. Luettu 20.11.2014.

<http://www.ttl.fi/fi/tietokortit/Documents/Tietokortti%2017.pdf>

Työterveyslaitos 2012. Tilaajan ohje sisäilmasto-ongelman selvittämiseen.

Helsinki. Verkkojulkaisu.

http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/Documents/TTL_Tilaajaohje_8_Lores.pdf

Tähtinen K. 2012. Tilaajan ohje sisäilmasto-ongelman selvittämiseen. Rakentamisen koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö.

Vinha J. 2010. Eristeiden evoluutio. Suomen omakoti lehti, numero 3/2010. Helsinki: Alma Media Lehdentekijät Oy, 10–11.

Väisälä P. Lehtori. 2014. Rakennusfysiikan perusteita. Luento 8.5.2014. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Tampere.

Väyrynen P., Saaristo V., Wiss K., Rigoff A. 2008. Hyvinvoinnin ja terveyden edistäminen ammatillisissa oppilaitoksissa – peruseräraportti kyselystä vuonna 2008. Helsinki: Opetushallitus ja Terveiden ja hyvinvoinnin laitos.

Wikipedia, 2014. Kosteusvaurio, artikkeli. Luettu 7.5.2014.

<http://fi.wikipedia.org/wiki/Kosteusvaurio>

YLE Uutiset, 2014. Korjatako vai eikö korjata – ”luvattoman moni homeremontti epäonnistuu”. Verkkouutiset. Luettu 22.11.2014.

http://yle.fi/uutiset/korjatako_vai_eiko_korjata__luvattoman_moni_homeremontti_epaonnistuu/7240929

Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma KOSTEUS C2. Määräykset ja ohjeet 1998.

Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma KOSTEUS C2. Määräykset ja ohjeet 1998.

Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 28, Kosteus- ja homevarioituneen rakennuksen kuntotutkimus. 1997. Helsinki: Ympäristöministeriö.

LIITTEET

Liite 1. Sataedun sisäilman ja kosteuden hallinnan opas

**SATAEDUN SISÄILMAN JA KOS-
TEUDENHALLINAN OPAS**

Tommi Mäntynen

SISÄLLYS

1	KESKEISET KÄSITTEET	108
2	TAVOITTEENA HYVÄ SISÄILMA.....	110
3	SISÄILMAN LAADUN KESKEISIMMÄT TEKIJÄT	111
3.1	Lämpötila	111
3.2	Ilmanvaihto ja ilmastointi	112
3.3	Rakennus- ja sisustusmateriaalit	112
3.4	Kosteus- ja homevauriot	113
4	SATAEDUN TOIMINTAOHJEET SISÄILMAONGELMISSA	115
4.1	Sisäilmatyöryhmä	115
4.2	Ohjeiden tausta ja tarkoitus.....	115
4.3	Sisäilmaongelman ilmoitusmenettely	116
4.3.1	Toimintatavat sisäilmaongelmista ilmoittaessa:	116
4.3.2	Ilmoituksen teon jälkeiset toimenpiteet:	117
4.4	Ennaltaehkäisevä toiminta	119
4.5	Ongelmanratkaisuprosessi	119
4.5.1	Esiselvitykset ja alustava arvio	119
4.5.2	Laajempi selvitys	120
4.5.3	Ongelman määrittely ja riskien arviointi.....	120
4.5.4	Tavoitteet ja kriteerien tai raja-arvojen asettelu.....	120
4.5.5	Toimenpiteiden toteutus.....	121
4.5.6	Arviointi ja seuranta	121
4.6	Tiedottaminen	122
5	LOPPUYHTEENVETO.....	123
	LIITE:.....	124
5.1	Ilmoitus sisäilma	124
	MUISTIINPANOJA:	125

1 KESKEISET KÄSITTEET

Kosteusvaurio

Vaurio, jonka syynä on rakenteeseen joutunut kosteus, mutta joka ei ole muuttunut terveellisyyttä tai turvallisuutta vaarantavaksi uhkaksi.

Kosteus- ja homevaurio

Vaurio, jonka syynä on rakenteeseen joutunut kosteus, ja joka on aiheuttanut sisäilma-
sto-ongelman, joka voi aiheuttaa terveellisyyttä tai turvallisuutta vaarantavan uhkan.

Kunnossapito

Toimenpide, jolla rakennusosan tekninen kunto pidetään alkuperäistä tasoa vastaavana. Suunnitellulle kunnossapidolle on luonteenomaista, että toimenpide tehdään toistuvasti kunnossapitajakson välein. Arvaamaton kunnossapito (vikakorjaukset) ovat vuosittaisia ja sen syynä on äkillinen syntynyt vika tai vaurio kuten putkivuoto, myrskytuho tai ilki-
valta.

Kuntoarvio

Aistinvarainen ja ainetta rikkomaton asiantuntijan tekemä arvio rakenteiden tai laittei-
den kunnosta. Mahdollisia mittauksia tehdään rakenteita vaurioittamatta.

Kuntotutkimus

Mittauksiin perustuva tutkimus, jolla vaurion syy ja laajuus voidaan selvittää mahdolli-
sesti avaamalla rakenteita. Kuntotutkimuksia käytetään korjaussuunnittelun taustatieto-
na.

Sisäilmasto

Sisäilmasto tarkoittaa aistien havaittavaa tai tavalla tai toisella ihmiseen vaikuttavaa sisätilojen ilman laatua. Sisäilmastoon vaikuttavat kemialliset ja mikrobiologiset epäpuhtaudet sekä fysikaaliset tekijät. Fysikaalisia tekijöitä ovat sisäilman lämpötila ja kosteus, ääniolosuhteet, ilmanvaihto, säteily ja valaistus.

Sisäilmasto-ongelma

Sisäilmasto-ongelma tarkoittaa terveyttä tai turvallisuutta vaarantavaa tekijää rakennuksessa. Sen syynä voi olla esim. kosteus- ja homevaurio, rakennusmateriaaleista aiheutuva kemiallinen päästö tai orgaaninen pöly, toiminnasta aiheutuva vika tai virheellinen ylläpito

Sisäilma-asiantuntija

Sisäilma-asiantuntija on henkilö, joka tuntee sisäilmaston laatuun vaikuttavat tekijät ja kykenee toimimaan esimerkiksi sisäilmatyöryhmän asiantuntijajäsenenä. Sisäilma-asiantuntija aihealueita ovat rakenteiden kosteusfysikaalisen toiminnat, ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmien toiminta ja hän tietää mikrobiologisten tai rakennusmateriaalien emissioiden vaikutuksen terveellisyyteen ja mahdollisesti hallitsee tarvittavat näytteen otot ja niiden tutkimisen.

Sisäilmatyöryhmä

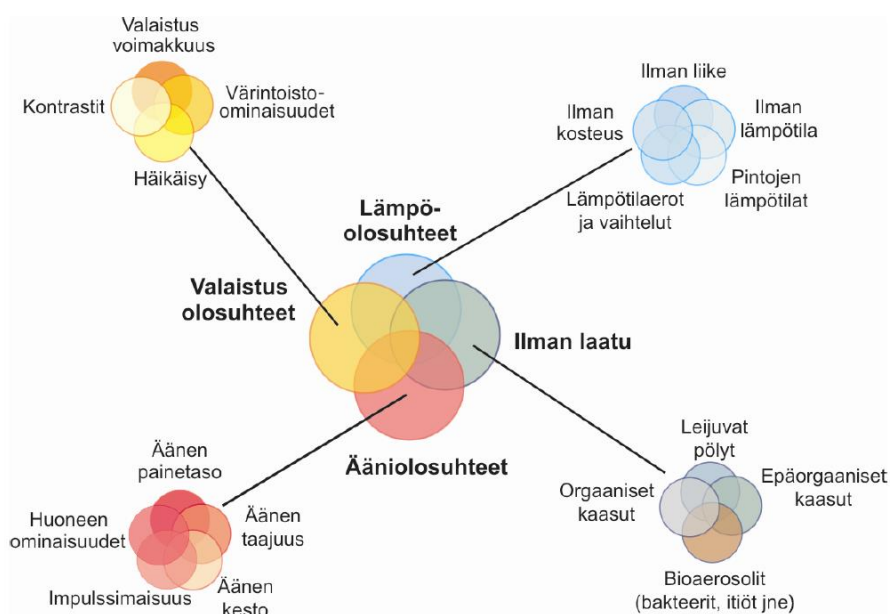
Sataedun eri toimijoiden edustajista koostuva työryhmä, jonka tehtävänä on koordinoida sisäilmastoon liittyvän ongelman selvittämistä ja tiedottaa prosessin tilanteesta osapuolille.

2 TAVOITTEENA HYVÄ SISÄILMA

Jokainen meistä voi omalta osaltaan vaikuttaa hyvän sisäilman muodostamiseen. Tämän oppaan tavoite on kertoa, kuinka rakennusten sisäilmaongelmat selvitetään ja miten sisäilman laatua pystytään parantamaan. Koulujen sisäilma vaikuttaa opettajien ja muun henkilökunnan terveyteen ja viihtyvyyteen. Koulurakennuksen hyvä kunto ja sisäilma tukevat opetustoimintaa luoden viihtyisän ja turvallisen työympäristön.

Hyvä sisäilma edellyttää, että rakennuksen ilmanvaihto on riittävä ja että sen rakenteet ovat kunnossa. Sisätiloissa on miellyttävä oleskella, työskentely on tuottavaa ja ihminen kokee itsensä hyvinvoivaksi, kun sisätilojen terveellisyydessä ei ole moitittavaa. Tilan miellyttävyyteen vaikuttavat useat tekijät yhdessä. Oikea työskentelylämpötila, tasapainoinen ilmankosteus sekä riittävän alhainen hiilidioksidipitoisuus kertovat hyvästä sisäilman laadusta.

Monet ihmiset viettävät jopa 90 % ajastaan sisätiloissa, joten sisäilman laadulla on suuri merkitys ihmisten elämänlaatuun vaikuttavana tekijänä. Sisäilmaongelmien syyt ovat usein monisyisiä ja niiden tutkiminen on toisinaan erittäin haasteellista. Aina ei löydetä selkeää ja yksiselitteistä syytä ongelmaan, koska sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä saattaa eri tapauksissa olla monia, kuten rakennetyypit, rakennusmateriaalit, kosteus, mikrobikasvusto, pöly ja hiukkaset, ilmastointi ja lämpötila.



Kuva 1. Sisäilmaston tekijät. VTT:n tiedotteita, 2007

3 SISÄILMAN LAADUN KESKEISIMMÄT TEKIJÄT

3.1 Lämpötila

Lämpötilan ollessa liian matala voi se aiheuttaa sen, että ympäröivät pinnat jäähtyvät ja ihmisen iho jäähtyy luovuttaen lämpönsä ympäröivään kylmään pintaan. Tällöin henkilö voi kokea vedon tunnetta. Herkkyys vedontuntemukselle kasvaa, kun ilman lämpötila laskee alle 20 °C. Myös ilman jäähtyessä kylmillä sisäpinnoilla, valuu se alas ja kääntyy lattiantasoon aiheuttaen vedon tunnetta.

Varsinkin kesällä auringon säteily lämmittää rakenteita sekä ulkona että sisällä. Suojaamattomat ikkunapinnat ovat tavallisia koulurakennuksissa ja niiden lämmitysvaikutusta voidaan vähentää mm. sälekaihtimilla ja ulkopuolisilla markiiseilla. Talvella taas tilojen liiallinen lämpeneminen johtuu yleensä siitä, että tiloissa olevat henkilöt kompensoivat matalia pintalämpötiloja ja ilmapuotoja sisälämpötilaa nostamalla.

Oikea lämpötila on ihmisen terveyden ja viihtyvyyden sekä hyvän työtehon kannalta oleellista. Lämpötilan kokemisessa on yksilöllisiä eroja, mutta tyytyväisten osuus on suurimmillaan, kun huonelämpötila on 21-22 °C. Tilanteen ja toiminnan mukaisella pukeutumisella jokainen voi vaikuttaa omaan lämpöviihtyvyyteensä. Täytyy kuitenkin muistaa, että osa rakennuksistamme on iältään ja tekniikaltaan vanhoja, joten edellä mainittuihin astelukuihin pääseminen on hellejaksoilla ja kovilla pitkillä pakkasjaksoilla ei ole realistista.

Taulukko 1. Lämpötiloista ja ilmanliikkeestä on laadittu ohjearvoja työn kuormituksen mukaan. Työsuojeluhallinto, 2013

Työn luokitus	Lämmön tuotto	Lämpötilasuositus
kevyt istumatyö	alle 150 W	21 - 25 °C
muu kevyt työ	150 - 300 W	19 - 23 °C

3.2 Ilmanvaihto ja ilmastointi

Ilmanvaihdon tarkoitus on poistaa tilojen sisäilmasta epäpuhtauksia ja samalla tuoda tiloihin puhdasta korvausilmaa. Ilmastoinnilla tarkoitetaan huoneilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden ja ilman liikkeen hallintaa tulo-, poisto- tai kierrätysilmaa käsittelemällä. Ilmanvaihtoa kannattaa ohjata todellisen tarpeen mukaan. Työtilat pitää tuulettaa ilmanvaihdolla ennen työpäivän alkua. Ns. likaisten tilojen poistojen tulisi olla päällä aina, jotta turvataan perusilmanvaihto. Rakennuksessa syntyy useita epäpuhtauksia, joiden lähteitä ei voida kokonaan poistaa. Tällöin tarvitaan riittävää yleisilmanvaihtoa. Sen avulla esimerkiksi hiilidioksidin ja vesihöyryn pitoisuudet ilmassa saadaan pidettyä ihmiselle ja rakennukselle terveellisellä tasolla.

Koneelliset ilmanvaihto- ilmastointijärjestelmät ovat teknisiä järjestelmiä, joiden ei voida olettaa säilyvän muuttumattomina koko rakennuksen elinikää. Nämä järjestelmät tarvitsevat huoltoa ja puhdistusta, jottei esimerkiksi tuloilmakanavaan päässyt lika aiheuta tiloihin terveyshaittaa. Kanaviston puhtaus ja ilmavirtojen oikea säätö tulee tarkistuttaa vähintään kymmenen vuoden välein. Venttiilit tulee puhdistaa ja mahdolliset suodattimet vaihtaa pari kertaa vuodessa. Ilmanvaihdon toiminnan edellytyksenä onkin se, että ilmavirrat on säädetty suunnitelmien mukaisiksi eikä esim. huone- tai tilakohtaisia venttiileitä saa mennä itse säätämään.

Tämän hetkisen arvion mukaan (Työterveyslaitos 2014) työpaikkojen yleisin sisäilmaongelmien aiheuttaja on kehoilmastointi kun taas home- ja kosteusvauriot ovat vain harvoin pääsyy sisäilmaongelmiin ja niistä aiheutuviin terveysongelmiin. Yleisimmin ongelmat työpaikkojen sisäilmassa liittyvät ilmanvaihtoon. Ärsytysoireita saattavat aiheuttaa myös pölyinen ilma tai ilmassa leijuvat mineraalikuidut. Kosteus- ja mikrobivauriotkin ovat tavallisia, mutta onneksi ne yksinään ovat vain harvoin suuri terveysriski.

3.3 Rakennus- ja sisustusmateriaalit

Sisäilmaan tuottavat materiaalipäästöjä niin rakennus- ja pintamateriaalit kuin sisustus ja irtaimisto. Yksittäisten materiaalien lisäksi päästöihin vaikuttavat myös rakennerat-

kaisut ja vallitsevat olosuhteet. Ratkaiseva tekijä materiaalipäästöjen määrään, keston ja laatuun ovat olosuhteet. Yksi tärkeimmistä olosuhdetekijöistä on rakenteiden kosteus. Kaikki materiaalit eivät täytä niille asetettuja vaatimuksia mikäli ne joutuvat olosuhteisiin, joihin niitä ei ole tarkoitettu. Seurauksena saattaa olla mm. materiaalien kemiallista hajoamista, jonka seurauksena sisäilmaan vapautuu sellaisia yhdisteitä, joita materiaaleista ei suotuisissa olosuhteissa vapaudu.

Oikein valmistettujen, käsiteltyjen ja käytettyjen materiaalien epäpuhtauspäästöt eivät yleensä aiheuta normaaleille ihmisille terveysongelmia. Herkemille ihmisille materiaaleista vapautuvat orgaaniset yhdisteet saattavat sen sijaan aiheuttaa herkistymisoireita. Rakennusmateriaalien epäpuhtauksien torjunnassa mahdollisimman matalapäästöisten materiaalien käyttö on etusijalla ja voimakkaasti haisevia materiaaleja tuleekin välttää niin sisäpinnoissa kuin kalusteissa. Erityisen tärkeää on materiaalien suojaaminen liialta ja kosteudelta ja rakennusperäisiä epäpuhtauksia varten tarvitaan aina tietty perusilmanvaihto.

3.4 Kosteus- ja homevauriot

Rakennukset altistuvat elinaikanaan monenlaisille kosteusrasituksille. Rakenteet on yleensä suunniteltu kestämaan nämä käytön aikana eteen tulevat kosteustilanteet, mutta syntyy myös tilanteita jolloin rakennuksen kosteuden sietokyky ei ole riittävä rasitukseen nähden. Kosteus- ja homeongelmat johtuvatkin materiaalin tai rakenteen sietokyvyn ylittävästä kosteusrasituksesta, jolloin rakenteeseen tai sen pinnalle muodostuu mikrobeille otolliset kasvuolosuhteet.

Mikrobit ovat pieneliöitä, joita ei silmin havaita ja kosteusvauroissa havaitut mikrobit ovat pääasiassa homesieniä ja bakteereita. Koska mikrobeja on kaikkialla maapallolla ja niiden kyky sopeutua erilaisiin olosuhteisiin on ylivertainen, on ihmisten vuorovaikutus mikrobien kanssa jatkuvaa. Me hyödyimme mikrobeista monessa mielessä, mutta ne voivat olla myös eri tavoin haitallisia ihmiselle. Kun mikrobit toisaalta ovat tärkeitä ihmiskehon toiminnan ja vastustuskyvyn kannalta, toisaalta ne aiheuttavat myös sairauksia. Kosteusvaurioituneissa rakennuksissa sairastetaan keskimääräistä enemmän ja mikrobipitoisen pölyn tai ilman hengittämisestä voi seurata terveyshaittoja.

Mahdollisimman aikainen kosteuden havaitseminen ja sen syiden selvittäminen sekä korjaustoimenpiteet ehkäisevät vaurioiden pahenemista ja terveyshaittojen syntymistä. Merkkejä kosteusvauriosta voivat olla ovat materiaalin irtoaminen tai kupruilu rakenteen ulko- tai sisäpinnalla, värimuutokset esim. parketin, tapetin tai kaakelisaumojen pinnalla sekä näkyvä homekasvu tai rihmasto ja homeen haju (maakellarin tuoksu).

4 SATAEDUN TOIMINTAOHJEET SISÄILMAONGELMISSA

4.1 Sisäilmatyöryhmä

Sataedu on xx.xx.2014 nimennyt seuraavan sisäilmatyöryhmän:

henkilöstöpäällikkö, puheenjohtaja

työsuojelupäällikkö, sihteeri

tekninen isännöitsijä

työsuojeluvaltuutettu toimipaikoittain

työterveyshoitaja

rakennustekninen asiantuntija (rakennusalan opettaja)

sisäilma-asiantuntija tarvittaessa

Sisäilmatyöryhmä pyrkii ratkaisemaan vaikeita ja monisyisiä sisäilmaongelmia. Työryhmän toiminta-ajatus pohjautuu suunnitelmallisuuteen ja moniammatilliseen yhteistyöhön työsuojelun, kiinteistönhoidon, työterveyshuollon ja kiinteistöjen käyttäjien kesken.

Harkinnan mukaan sisäilmatyöryhmä voi kutsua kokouksiinsa myös muita asiantuntijoita, joita voivat olla esimerkiksi työterveyslääkäri, kiinteistön käyttäjien edustajat tai lähiesimies. Paikallisjohtaja, jonka tehtäväalueen kiinteistön asioita sisäilmatyöryhmän kokouksessa käsitellään, kutsutaan asiakohdan käsittelyn yhteyteen kokoukseen paikalle.

4.2 Ohjeiden tausta ja tarkoitus

Ohjeiden tarkoitus on vastata siihen, miten menetellään, kun havaitaan kosteusvaurio tai kun epäillään sisäilman sisältävän epäpuhtauksia – tai mikäli työpaikan henkilöstö oireilee. Ohjeet kuvaavat sisäilmatyöryhmän ja työterveyshuollon roolin sisäilmaongelmia koskevissa kysymyksissä. Ohjeet sisältävät erilliset liitteet toimenpiteistä hyvän sisäilman turvaamiseksi kiinteistössä sekä ohjeiksi niin esimiehelle kuin työntekijälle toimia sisäilmaongelmaepäilyissä.

Ohjeissa käsitellään mm.

- esimiehen ja yksittäisen työntekijän vastuu, ilmoitusvelvollisuus ja reagointivelvollisuus
- mistä saa asiantuntija- ja selvitysapua kosteus- ja homevaurioepäilyissä

- miten menetellään oireilevien työntekijöiden kohdalla (tutkimukset ja lisäselvitykset)
- eri yhteistyötahot ongelman selvittelyssä
- miten ongelmista tiedotetaan

4.3 Sisäilmaongelman ilmoitusmenettely

Pienet sisäilmaongelmat ja havainnot pyritään korjaamaan ilman sisäilmatyöryhmää. Laajat ja vaikeat sisäilmaongelmat käsitellään sisäilmatyöryhmässä.

4.3.1 Toimintatavat sisäilmaongelmista ilmoittaessa:

a) Tekninen ongelma - ilmoitetaan suoraan esimiehelle.

Helposti havaittavasta teknisestä ongelmasta, kuten esim. ikkunan veto, patterin kylmyys, tai putkivuoto, tulee tehdä ilmoitus lähimmälle esimiehelle täyttämällä ilmoituslomake. Esimiehen tehtävänä on huolehtia, että tieto kulkee eteenpäin kiinteistöhuoltoon ja informoida ilmoituksen tekijää asian etenemisestä.

Esimiehen on syytä arkistoida kaikki tehdyt ilmoitukset ja niiden johdosta tehdyt toimenpiteet. Vain mikäli asiat eivät esimiehen kautta etene, tulee ongelman havaitsijan olla yhteydessä suoraan kiinteistöhuoltoon, paikallisjohtajaan, tai työsuojelupäällikköön.

b) Oireileva henkilö – yhteistyö työterveyshuollon kanssa

Oireilevan henkilön (esim. vuotava nenä tai pitkään jatkunut nenän tukkoisuus työpaikalla) tulee kääntyä ensin työterveyshuollon puoleen. Työterveyshuolto voi tarvittaessa selvittää oireilua esim. sisäilmastokyselyllä, jolloin saadaan systemaattista tietoa haittatekijöistä ja niiden yleisyydestä. Tarvittaessa työterveyshuolto tuo asian käsiteltäväksi sisäilmatyöryhmään.

c) Laajat ja monisyiset sisäilmaongelmat - sisäilmatyöryhmän käsittely

Jos ongelmaan ei ole löydetty ratkaisua suoraan lähiesimiehen tai työterveyshuollon kautta, tulevat kohtien a ja b asiakokonaisuudetkin sisäilmatyöryhmän käsittelyyn. Aina, kun vahinko on laaja ja monisyinen sekä vaatii merkittäviä toimenpiteitä esim. ulkopuolista selvittelyä ja tutkimista,

ohjaa sisäilmatyöryhmä ongelman käsittelyä Sataedussa. **Esimiehen, työterveyshuollon tai muun ilmoittajan tulee tehdä ilmoitus sisäilmaongelmasta liitteenä olevaa sisäilmaongelman ilmoituslomaketta käyttäen työsuojelupäällikölle (liite1).**

Asiakkailta tai oppilailta kiinteistöjä koskeva palaute tulee sen vastaanottaneen henkilökunnan jäsenen välittää suoraan paikallisjohtajalle.

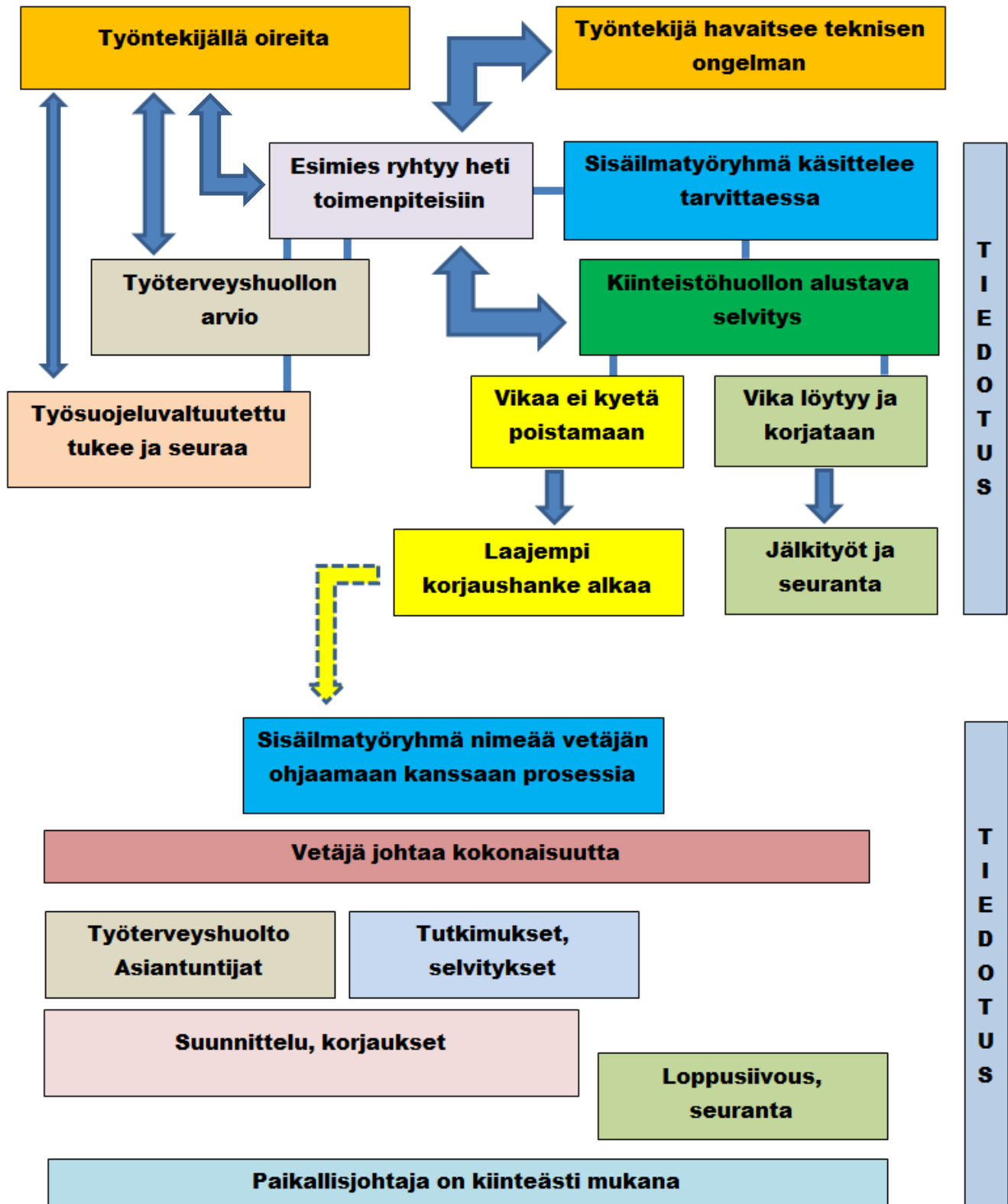
4.3.2 Ilmoituksen teon jälkeiset toimenpiteet:

a) Kiinteistöhuollon korjattua helposti havaittavan teknisen ongelman on siitä tiedotettava paikallisjohtajalle. Paikallisjohtajan tehtävänä on tiedottaa asiasta työyhteisölle ja ilmoituksen tekijälle.

b) Oireilevan henkilön otettua yhteyttä työterveyshuoltoon, ja jos työterveyshuollolla on asiaan tutustumisen jälkeen epäily mahdollisesta sisäilmaongelmasta, se tuo asian sisäilmatyöryhmän käsittelyyn työsuojelupäällikön kautta. Sisäilmatyöryhmä tiedottaa asianosaisille asian käsittelyn ja mahdollisten tutkimusten sekä niistä aiheutuvien toimenpiteiden etenemisestä.

c) Työsuojelupäällikkö tuo sisäilmatyöryhmän käsittelyyn hänelle ilmoitetut asiat.

Ongelman arvioinnin tueksi tulee mahdollisuuksien mukaan kerätä riittävästi taustatietoa mm. haitoista ja oireilusta, niiden yleisyydestä ja laadusta sekä esiintyvyydestä työpaikalla. Saatujen taustatietojen pohjalta sisäilmatyöryhmä pohtii ongelman suuruutta ja jatkotoimenpiteitä. Sisäilmatyöryhmän kokouksista laaditaan muistio, jonka arkistoinnista vastaa sisäilmatyöryhmän sihteeri. Sisäilmatyöryhmä tai henkilöstöpäällikkö-työsuojelupäällikkö-tekeminen isännöitsijä tiedottaa asianosaisille asian käsittelyn ja mahdollisten tutkimusten sekä niistä aiheutuvien toimenpiteiden etenemisestä.



Kuvio 2. Sisäilmaongelman ratkaisun toimintamalli Sataedussa (malli TTK 2014).

4.4 Ennaltaehkäisevä toiminta

Sisäilmaongelmien ennaltaehkäisy lähtee liikkeelle rakennuksen tai tilojen suunnittelu- vaiheesta. Riskirakenteiden tunnistaminen ja erilaisten fysikaalisten tekijöiden mallin- taminen ja hallinta ovat osa työympäristötekijöiden kartoitusta ennen rakennuksen tai tilojen käyttöönottoa. Käyttöönoton jälkeen rakennuksen ja tilojen käyttö tulee olla suunnitellun mukaista ja rakennusta tulee huoltaa säännöllisesti. Myös hyvä ja säännöl- linen siivous ovat osa sisäilmaongelmien ennaltaehkäisyä.

Sisäilmatyöryhmän pääasiallinen tehtävä ei ole ennaltaehkäisy. Ohjeistukset esimerkiksi tilojen oikeanlaisesta käytöstä ja oikeanlaisesta siivouksesta tulevat ensisijaisesti esi- mieheltä. Ennaltaehkäisyssä korostuu tilojen käyttäjän vastuu ja rooli. Tarvittaessa si- säilmatyöryhmä tai osa sen asiantuntijajäsenistä voi olla tukena erikoistapauksissa esi- merkiksi tilankäyttäjän muuttaessa väliaikaisiin tiloihin tai uusiin tiloihin vanhoista, kosteusvaurioista tiloista. Ennaltaehkäisevää toimintaa varten on liitteenä luettelo toi- menpiteistä hyvän sisäilman turvaamiseksi.

4.5 Ongelmanratkaisuprosessi

Kustakin ongelmakohteesta laaditaan toimenpidesuunnitelma josta käy selville mm. esiselvitys, tavoitteet, toimenpiteet ja loppuarviointi.

4.5.1 Esiselvitykset ja alustava arvio

Asian tultua sisäilmatyöryhmän käsittelyyn kaikki aikaisempi tutkimusaineisto tulee olla ryhmän käytössä. Tärkeätä on selvittää oireiden ja haittojen laatu ja yleisyys työ- paikalla. Oireilun objektiivinen arviointi perustuu työterveyshuollon selvityksiin. Pää- sääntöisesti käytetään Työterveyslaitoksen sisäilmastokyselyä tai haastattelua. Kyselyn järjestämisestä ja tulkinnasta vastaa työterveyshuolto.

Tekninen isännöitsijä selvittää rakennuksen kunnon ja huollon. Tarvittaessa tehdään katselmus ongelmakohteessa ja tällöin selvitetään sisäilma-asioihin vaikuttavat seikat,

kuten ilmastointi, tehdyt remontit, henkilökunnan oireilu ja rakennuksen historia. Taustatiedot kootaan muistioksi.

4.5.2 Laajempi selvitys

Esiselvityksen jälkeen, jos ilmenee että ongelma on vakava, on tarpeen tehdä laajempi ympäristöselvitys. Jos henkilöstön oireilu viittaa home- ja kosteusvaurioihin, tulee tiiloissa tehdä kosteusvauriokatselmus. Tämä tapahtuu havainnoimalla, arvioimalla pintakosteuksia ja vasta tilanteen niin vaatiessa, määrittämällä materiaalien mikrobeja tai hiukkaspitoisuuksia. Tarvittaessa rakennukselle tehdään kuntotutkimus, jolloin rakennuksen rakenteita voidaan avata kosteusvauriokatselmuksen tueksi. Kuntotutkimuksessa käytetään ulkopuolista asiantuntija-apua.

Sisäilmatyöryhmän tehtävä on aikatauluttaa ja suunnitella jatkotoimenpiteet, sekä määrittellä jatkotoimenpiteille vastuuhenkilöt. Suunnitelmasta tulee selvittää mitä tehdään, kuka toteuttaa ja milloin. Sisäilmatyöryhmä päättää myös tarvittavien ulkopuolisten asiantuntijoiden käytöstä ja kuinka asioiden etenemisestä tiedotetaan työyhteisölle. Mikäli ongelmien ratkaisu vaatii aikaa, tulee tapauskohtaisesti miettiä ratkaisuvaihtoehtoja, joilla henkilöstön oireita ja olosuhteita työssä voidaan helpottaa.

4.5.3 Ongelman määrittely ja riskien arviointi

Sisäilmatyöryhmän tulee selvityksien perusteella määrittellä kokonaiskuva ongelmasta, sen taustat ja mahdolliset syyt.

Ongelman määrittelyn jälkeen tulee antaa ratkaisuvaihtoehdot. Riskien arvioinnissa selvitetään sisäilmahaittatekijät ja niiden aiheuttamien terveyshaittojen todennäköisyys ja vakavuus. Arvioinnissa tulee huomioida, kuinka voimakkaita ja kuinka laajalle levinneitä haitat ovat. Mukana riskiarvioinnissa tulee olla työympäristöselvitykset kokonaisuudessaan, sekä henkilöstön todetut oireet ja sairaudet.

4.5.4 Tavoitteet ja kriteerien tai raja-arvojen asettelu

Kun sisäilmatyöryhmä on löytänyt sisäilmanongelman syyt, ongelman ratkaisuprosessi alkaa. Ongelmanratkaisulle tulee määrittellä selvät tavoitteet, joiden tulee olla konkreet-

tisia ja realistisia. Vähintäänkin työympäristön tulee täyttää työsuojelu- ja terveystalain-säädännön vähimmäisvaatimukset.

Tavoitteet tulee laatia sekä sisäilman laadulle, rakennuksen kunnolle että ihmisten hy-vinvoinnille. Jotta tavoitteilla on merkitystä, niiden perustelujen tulee olla kaikkien tie-dossa ja hyväksyttävissä.

4.5.5 Toimenpiteiden toteutus

Tavoitteena on saada ongelmat hallintaan ja estää uusien ongelmien syntymistä. On-gelman hallintatoimenpiteet pohjautuvat aiemmin tehtyyn riskinarviointiin. Toimenpi-teitä mietittäessä on otettava huomioon taloudelliset tekijät, työn ja työpaikan erityis-piirteet sekä tulevaisuuden näkökulmat (rakennuksen huolto, käyttötarkoituksen muut-tuminen, kosteusvaurion mahdollinen uusiutuminen).

Mikäli sisäilmaongelma vaatii rakennuksen korjausta, tulee siitä laatia korjaussuunni-telma. Korjaussuunnitelmassa otetaan huomioon mahdolliset vaaratekijät ja arvioidaan riskit esim. pääseekö epäpuhtauksia korjaustöiden aikana hengitysilmaan jne. Korjaus-suunnitelman laadinnassa ja riskien arvioinnissa tulee käyttää asiantuntijaa. Laajojen korjauksien aikana tilankäyttäjille järjestetään tarvittaessa väliaikaiset tilat.

Korjaustoimenpiteiden valvontaan ja seurantaan kiinnitetään erityistä huomiota (sisäil-matyöryhmä vastaa siitä). Korjausten jälkeiset siivoustyöt tulee suorittaa asianmukaises-ti ja annettujen ohjeiden mukaisesti.

4.5.6 Arviointi ja seuranta

Väliseuranta:

Väliseurannalla varmistetaan, että prosessi on menossa oikeaan suuntaan ja sillä saavutetaan asetetut tavoitteet.

Loppuarvio:

Loppuarviossa tarkastellaan, millaisia toimenpiteitä on käytetty ja millai-sia tuloksia on saavutettu. Loppuarviointi on hyvä tehdä vasta puolen vuo-den/vuoden kuluttua siitä, kun tehdyt toimenpiteet on lopetettu

Seurantakeinoina voidaan käyttää mm. uudelleen katselmointia ja/tai haastattelu- ja mitauskierrosta. Työterveydenhuollon kautta saadaan näkemys tilankäyttäjien hyvinvoinnista ja terveydentilasta. Seurannassa on hyvä käyttää mahdollisuuksien mukaan samoja menetelmiä, kuin prosessin alussa, jotta tulokset ovat vertailukelpoisia.

4.6 Tiedottaminen

Viestintä toteutetaan soveltuvin osin Sataedun viestintäohjeiden mukaisesti. Viestintä ja tiedottaminen hoidetaan huolella, jottei työyhteisöön tai muille tilojen käyttäjille synny kuvaa, ettei sisäilma-asiaan suhtauduta tarvittavalla vakavuudella.

Vastuut tiedottamisessa ovat seuraavat:

Paikallisjohtaja:

Paikallisjohtaja tiedottaa työpaikalla sisäilmaongelman selvitystyön käynnistymisestä. Sen jälkeen hän tiedottaa tekniseltä isännöitsijältä saamiensa tietojen ja ohjeiden mukaan selvitystyön etenemisestä, tutkimusten kulusta ja mahdollisista jatkotoimista. Paikallisjohtaja kutsuu tarvittaessa teknisen isännöitsijän mukaan tiedotustilaisuuksiin.

Tekninen isännöitsijä:

Tiedottaa paikallisjohtajalle selvitystyön etenemisestä ja osallistuu tarvittaessa henkilöstölle pidettäviin tiedotustilaisuuksiin. Tiedottaa selvitystyön etenemisestä työterveyshuollolle, työsuojelupäällikölle ja -valtuutetulle, terveystarkastajalle ja tarvittaessa koko sisäilmatyöryhmälle.

Sisäilmatyöryhmä:

Vastaa rehtorien johdolla yleisestä tiedottamisesta sisäilma-asioissa. Laatii loppuyhteenvetäviä toimenpiteistä ongelmatapauksissa ja vastaa sen osalta tiedottamisesta.

Paikallisjohtaja:

Vastaa sisäilmatyöryhmää kuullen kohdekohtaisesta tiedottamisesta (oppilaat, vanhemmat, muut käyttäjät, tiedotusvälineet).

Rehtori:

Vastaa yleisestä tiedottamisesta tiedotusvälineille.

5 LOPPUYHTEENVETO

Jokaisen työntekijän velvollisuus on ilmoittaa havainnoistaan työpaikallaan terveyden vaaraa aiheuttavista vioista ja puutteellisuuksista. Ilmoitus on tehtävä kirjallisena aina lähimmälle esimiehelle. Lähimmän esimiehen vastuulla on asian eteenpäin vieminen.

Esimiehen tulee tiedottaa asiasta työsuojelupäällikölle ilmoituslomakkeella, jos kyseessä on laaja ongelma tai ongelma, jota ei voida ratkaista työyksikössä ja / tai kiinteistöhoidon avulla. Pääsääntöisesti asia tulee pyrkiä ensin hoitamaan kuntoon kiinteistöhoiton kanssa.

Sisäilmaongelmien syyt voivat johtua mm. ilmastoinnin puutteellisuudesta tai tehottomuudesta, tiloissa käytetyistä materiaaleista kosteusvaurioiden johdosta sisäilmaan joutuneista epäpuhtauksista.

Sisäilmaongelmien havaitseminen ja hoito vaatii onnistuakseen eri osapuolten hyvää yhteistyötä. Erityisen tärkeää olisi, että kaikki tilojen käyttäjät noudattaisivat toimenpiteitä hyvän sisäilman turvaamiseksi.

LIITE:**5.1 Ilmoitus sisäilma****ILMOITUS SISÄILMAONGELMASTA****(liite 1)**

Lue ohjeet sisäilmaongelmien ilmoitusmenettelystä ennen lomakkeen lähettämistä.

Ilmoituksen jättäjän nimi:		Puhelinnumero:
Ilmoitetun sisäilmaongelmakohteen/työpaikan nimi:		
Osoite:		
Ilmoitettava tekninen sisäilmaongelma:		
Arvioitu ongelman laajuus:		
Onko asiasta ilmoitettu aiemmin? Jos on, niin kenelle ja milloin? Syy, miksi asia edelleen kesken?		
OIREILU:		
Onko oireet tai ongelmat lisääntyneet viimeisen vuoden aikana?		
Missä tiloissa ongelmat esiintyvät?		
Esiintyykö oireita tietyssä ajankohtana vuodesta/vuorokaudesta?		
Huomautuksia ja lisätietoja		
TIEDOSSA OLEVAT TEKNISET ONGELMAT:		
Rakenneviat (esim. kattovuodot, ikkunavuodot, kylmäsillat)		
Lattia- ja putkiviat (esim. putkiviat, vuotavat laitteet)		
Kosteusvauriot		
Huomautuksia ja lisätietoja		
Allekirjoitus	Päivämäärä	

[illegible]